

أطلس لعالم الكبير

مغامرات مشوقة في الجغرافيا



تلفون: ٢٠٣٩٦٢ - ١ - (٩٦١) ٢٠٣٩٥٨ - ٣ - (٩٦١)

خليوي: ٦٠٥٨٢٨ - ٣ - (٩٦١)

فاكس: ٢٠١٧٠٤ - ١ - (٩٦١) ص.ب.: ١٦٧٠٦٤ بيروت - لبنان

Internet: www.LITTLESLIBRARY.com.lb

E-Mail: LITTLESLIBRARY@LITTLESLIBRARY.com.lb

® جميع الحقوق محفوظة. يمنع نسخ أو اقتباس أي جزء من هذا الأطلس أو تخزينه في نظام معلومات استرجاعي أو نقله بأي شكل أو أية وسيلة، الكترونية أو ميكانيكية أو بالنسخ الفوتوغرافي أو التسجيل أو غيرها من الوسائل، دون الحصول على إذن خطي مسبق من الناشر. مسجل في وزارة الاقتصاد والتجارة - حماية الملكية - تحت رقم ١٦٤٥ طبع بتاريخ ١٩٩٩/٤/١٥

جميع الرسوم والصور والخرائط أخذت من أرشيف «مكتبة الصغار»

المقدمة

الجغرافيا

الجغرافيا هي دراسة التغير المكاني Spatial Variation الطارىء على سطح الأرض وعلى علاقة الإنسان بمحيطه. ومن المواضيع التي تحظى باهتمام أساسي من قبل الجغرافيين، العلاقات المتبادلة بين المناخ والتضاريس والحياة النباتية وأصناف التربة والسكان والنشاطات الاقتصادية والوحدات السياسية، وذلك على صعيد العالم بأسره أو على نطاق أضيق مساحة. فالجغرافيا فرع من فروع المعرفة، معقد إلى حد كبير؛ ويمكن تقسيمه إلى عدد كبير من الحقول المتخصصة. فالجغرافيون يهدفون إلى شرح مواقع عناصر عدة في البيئة، وإلى وصفها. ويعمد الجغرافيون أيضاً إلى تحليل العمليات التي تولد هذه الأنماط وتغيرها. وإحدى أبرز الوسائل لتحقيق هذه الأهداف، هي الخريطة التي يعتبرها كل جغرافي أداة بحث لا يمكن الاستغناء عنها، إضافة إلى كونها صورة بصرية مهمة جداً.

تاريخ الجغرافيا وتطورها

الجغرافيون الأوائل

يعتبر البعض الجغرافيا أحد أقدم فروع المعرفة الأكاديمية. ويمكن تتبع فروع المعرفة التي مهدت للجغرافيا الحديثة، بالعودة إلى اليونان القديمة حيث شاع فرعان من المعرفة، عُرفا بالتاريخ الطبيعي والفلسفة الطبيعية. والجغرافيون اليونانيون القدماء، بمعظمهم، مثل **طاليس المايليتي** Thales of Miletus [القرن السادس قبل الميلاد] و**هيرودوتس** [القرن الخامس قبل الميلاد] كانوا فلاسفة أو مؤرخين. وقد اشتقت كلمة جغرافيا من اللغة اليونانية، فهي تعني «وصف الأرض». وقد نالت البيئة الطبيعية ومواقع الظواهر الطبيعية أهمية قصوى لدى اليونانيين.

وقد سيطر اليونانيون على معظم العالم الغربي المعروف آنذاك، لا سيما الحوض الشرقي للبحر المتوسط. فقد مَحَرُوا عِباب هذه المنطقة البحرية، بحثاً عن الامكانيات التجارية وعن أراض جديدة يمكن استعمارها. وكانت سماء المتوسط الصافية شرطاً هاماً للسفر البحري لدى البحارة اليونانيين الأوائل. ومن أهم العوامل التي ساهمت في تطور الجغرافيا، الملاحظات التي دوّنها اليونانيون والأفكار التي تركوها للأجيال التالية. ومن الدراسات الهامة التي تركها اليونانيون، ما كتبه حول نهر النيل في مصر، ووصفهم فيضانه السنوي والتطورات التي طرأت على دلتاه. وفي أواسط القرن الخامس قبل الميلاد، صعد **هيرودوتس** إلى أبعد شلالات النهر، وكتب وصفاً للنهر، ثم وضع نظرية حول مصدره.

ووضع اليونانيون ملاحظات عن كوكب الأرض إجمالاً. وتعود أول إشارة إلى أن الأرض كروية، إلى **أرسطو** [القرن الرابع قبل الميلاد]، وقد وصل إلى هذا الاستنتاج مستخدماً التعليل الفلسفي والملاحظات الفلكية. وقد ناصره في ذلك **إراتوستينيس** Eratosthenes، مدير مكتبة الاسكندرية، في كتابه «حول قياس الأرض»، الذي وضع فيه قياساً لحيط الأرض اعتماداً على قياس لقوس محدود من أقواس

خطوط الطول. وقد طوّر الفلكي **هيباركوس الرودوسي** Hipparchus of Rhodes [القرن الثاني قبل الميلاد] نظاماً لتحديد المواقع، قائماً على رسم خطوط وهمية على سطح الأرض، وتعتبر خطوطه الأسس التي بُنيت عليها خطوط الطول وخطوط العرض المعاصرة.

حُفظ تراث الجغرافيين اليونانيين في العالم العربي. فقد تُرجمت كل أعمال **بطليموس** إلى العربية. لكنّ الجغرافيا مرّت بفترات تراجع؛ فبعد العام ٩٠٠ بعد الميلاد تقريباً، لم تعد خطوط الطول وخطوط العرض تُستعمل على الخرائط. ومع ذلك، ساهم العرب بتعميق المعرفة الجغرافية بأرجاء العالم. فقد وضع **الإدريسي**، في القرن الثاني عشر، نظاماً منقّحاً لتصنيف المناخ، كما دحض الرحالة الكبير **ابن بطوطة**، في القرن الرابع عشر، خلال رحلاته إلى أفريقيا وآسيا، نظرية **أرسطو** القائلة إنّ مناطق العالم الحارة لا يمكن أن يقطنها البشر بسبب قساوة ظروفها المناخية. وفي القرن نفسه، وضع **ابن خلدون** دراسة تاريخية جغرافية هامة.

عصر الاكتشافات

لم يبدأ الاهتمام الفعلي باستكشاف العالم والوصف الجغرافي ورسم الخرائط إلا في **عصر النهضة**، في أواخر القرن الخامس عشر، على أيدي **بارتولوميو دياز** و**كريستوفر كولومبوس** اللذين أسّسا لما يسمى عصر الاكتشافات.

وفي العام ١٥٠٧، وضع راسم الخرائط الألماني **مارتن والدسيمولر** Martin Waldseemuller [حوالي ١٤٧٠ - ١٥٢١] خريطة للعالم دلت بوضوح على كل من الأميركتين. وفي هذه الخريطة، استخدم اسم أميركا للمرة الأولى للإشارة إلى العالم الجديد. وبعد ١٥ سنة، دار فريق من الملاحين بقيادة **فرديناند ماجيلان** حول الكرة الأرضية، فبرهنوا بذلك على كروية الأرض. وقد ساهمت هذه المعلومة في إضفاء المزيد من الدقة على القياسات والملاحظات، ما قدّم الكثير من العون لراسمي الخرائط، لا سيما الهولندي **جيراردوس مركاتور**، الذي نشر سلسلة خرائط ضاهت سابقاتها من ناحية الدقة. ومن خرائطه، الخريطة الملاحية الشهيرة المنشورة في العام ١٥٦٩، والتي أطلقت استخدام الإسقاط المعروف بالإسقاط المركاتوري والذي جعل خطوط الطول وخطوط العرض تتقاطع على زوايا قائمة.

وقد انبثقت الجغرافيا علماً أكاديمياً على أيدي **برنهاردوس فارينيوس** [١٦٢٢ - ١٦٥٠]، واضع كتاب «الجغرافيا العامة» في سنة ١٦٥٠ ومؤسس مبدأ الجغرافيا الموضوعية والجغرافيا المناطقيّة. فقد درس توزّع المواضيع، لا سيما الطبيعية كالرياح والبحار، على سطح الأرض؛ وحاول الربط بين أسبابها ونتائجها. وقد هيمنت أفكاره على حقل الجغرافيا لقرن ونصف قرن تقريباً. ومع أنّ بعض فلاسفة القرن الثامن عشر وكتّابه الباحثين، أمثال **كانت** و**جوته** و**مونتسكيو**، اهتمّ بالقضايا الجغرافية التي تُعنى بالإنسان، إلّا أنّ الجغرافيا وتطوّرها أصابها الجمود مع حلول القرن التاسع عشر، حين بات العلماء يخلطون بين الجغرافيا والجيولوجيا.



ARABONTA

CORSE

SARDINIA

MER MEDITERRANEA

LIBYEN

AFRICA

MAURITANIA

BARBARTIE

INDIAMBES

MAURITANIA
LINGIANA

INDIAMBES

CEYLANIA



القنوات والمجاري المائية.

مؤسسو الجغرافيا الحديثة

تجددت، في القرن التاسع عشر، المحاولات الهادفة إلى تطوير الجغرافيا وتحويلها إلى علم وصفي Descriptive Science. ومن المساهمات في هذا الاتجاه، أعمال الجغرافيين الألمان ألكسندر فون هامبولدت وكارل ريتير وفريدريتش راتزل. ويشار إلى هامبولدت وريتير أحياناً، على أنهما مؤسسا الجغرافيا العلمية الحديثة، مع أنهما لم يتخصصا في الجغرافيا. فهامبولدت وضع أسس الجغرافيا النباتية، وأجرى أبحاثاً في أوروبا وأميركا الجنوبية وأميركا الوسطى وروسيا الآسيوية، قبل أن يضع عمله المميز المؤلف من خمسة أجزاء، والمسعى «الكون» Kosmos [١٨٤٥ - ١٨٦٢]. ويُعتبر هذا الكتاب ملخصاً لقوانين الكون الطبيعي وظروفه وشرحاً لها، رغم اصطباغه بطابع الفلسفة الإنسانية التي طُبعت أعمال هامبولدت.

في الولايات المتحدة، لم يهتم باحثو الجامعات بالجغرافيا حتى نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين.

شهدت الستينات تغييراً أساسياً طرأ على منهج البحث الجغرافي. فالرغبة في إضفاء المزيد من الطابع العلمي على الجغرافيا، أو على الأقل جعلها مقبولة أكثر من ذي قبل في الأوساط الأكاديمية، أدت إلى استخدام الوسائل الإحصائية. فالتحليل الموقعي أو المكاني، وهو الاسم الذي أُطلق على هذا الجانب الجديد من جوانب الجغرافيا، يهدف إلى تحليل العوامل المتحكممة بالتنظيم المكاني البشري وشرح هذه العوامل، وذلك بوسائل ونماذج إحصائية.

وقد استخدم الجغرافيون الإحصائيات قبل الستينات. ففي العشرينات والثلاثينات، استخدم الجغرافيان، نورستن هاجرسترااند في السويد ووالتر كريستالر في ألمانيا، تقنيات إحصائية. لكن النمو الهام في المنهج الإحصائي، لم يحصل قبل حلول الستينات.

ومنذ نهاية الستينات، ظهرت تقنيات جديدة، وساعدت الجغرافيين في عملهم في تحليل المعلومات الجغرافية. وساهم تطوران رئيسيان في تطور الجغرافيا، وهما الحواسيب (الكومبيوترات) الإلكترونية والصّور المأخوذة للكرة الأرضية من الأقمار الصناعية.

الجغرافيا المكانية

تهتم الجغرافيا المكانية بكافة الجوانب المتعلقة بمنطقة صغيرة نسبياً، وتقارن تلك المنطقة بمناطق أخرى. ويمكن تعريف منطقة ما، بحسب المعايير الطبيعية أو الاجتماعية - السياسية. وهكذا يمكن وصف منطقة ما، بأنها تتلقى ١٠٠ ملم من المطر، أو أقل من ذلك، في العام، أو بأن سن أكثر من ٥٠٪ من سكانها تقل عن ١٥ سنة.

الجغرافيا الطبيعية

تُعنى الجغرافيا الطبيعية بدراسة الشروط والعمليات الطبيعية السائدة على سطح الأرض والبيئات المكانية. وتشمل الفروع الثانوية التالية:

١. علم تضاريس الأرض الذي يهتم بدراسة التكوينات الأرضية، أي معالم الأرض البارزة، ويتفحص أصولها وتطورها. ويُعدّ هذا العلم جسراً بين الجغرافيا والجيولوجيا.

٢. الجغرافيا الحيوية Biogeography، أو الجغرافيا البيئية Ecogeography، التي تعنى بدراسة التوزيع النباتي والحيواني. وترتبط الجغرافيا النباتية Phytogeography والجغرافيا الحيوانية Zoogeography بعلم البيئة الأحيائي Ecology الذي يركز على دراسة علاقة النباتات والحيوانات مع بيئاتها.

٣. علم المناخ Climatology الذي يتفحص توزع الأنماط المناخية وتغيراتها الموسمية والعمليات التي تشكل هذه الأنماط.

الجغرافيا البشرية

تُعنى الجغرافيا البشرية Human Geography بالتوزعات المكانية المتغيرة للبشر ونشاطاتهم، وتفاعليهم وهذه النشاطات مع المحيط الطبيعي. ويعتمد هذا العلم على العلوم الاجتماعية المرتبطة به، لكنه يركز بشكل خاص على التحليل والوصف المكانيين. ويُقسم إلى الفروع الثانوية التالية:

١. الجغرافيا السكانية Population Geography التي تركز على دراسة أعداد الناس وتوزعهم وأنماط التوزع المتغيرة.

٢. الجغرافيا الاقتصادية Economic Geography التي تعالج مواقع النشاطات الاقتصادية، وتحلل أسباب اختيار هذه المواقع. ويشمل هذا الفرع الثانوي الجغرافيا الزراعية Agricultural Geography والجغرافيا الصناعية Manufacturing Geography وجغرافيا النقل Transportation Geography.

٣. الجغرافيا التاريخية Historical Geography التي تُعنى بالمحيطات المحلية أو المناطقية التي عاش فيها الناس قديماً. وهي تعمل على تقويم الحوادث التاريخية ودور المحيط الطبيعي في حدوثها.

٤. الجغرافيا السياسية Political Geography التي تهتم بدراسة وحدات الحكم القائمة في المناطق الطبيعية. وهي تشمل الدراسة المناطقية لوحدة سياسية معينة، أو تأثير الظواهر السياسية في منطقة ما.

٥. الجغرافيا المدينية Urban Geography التي تحلل نشأة المدن ونموها، إضافة إلى الترتيب المكاني داخلها. والكثير من الوسائل الإحصائية الحديثة المستخدمة في الجغرافيا المعاصرة، دخل إلى هذا العلم بفضل علماء الجغرافيا المدينية.

يقدم هذا الأطلس الجغرافي الكبير، الكثير من المعلومات التي ورد ذكرها أعلاه، مع خريطة تفصيلية طبيعية وخريطة سياسية لكل دولة، تليها خرائط بيانية لمناطق المعادن والصناعة والزراعة. أمّا الصور فهي معبرة جداً لجميع المراحل الجغرافية المذكورة في الأطلس، بدءاً من الانفجار الكبير... وصولاً إلى الكون والمجرات والمجموعة الشمسية الخ... كل هذه الوسائل الإيضاحية يساعد القارئ الكريم على تقصي الحقائق الجغرافية، وينتهي فيه حبّ استطلاع ما يدور حوله في الفضاء الخارجي، واكتشاف علاقة الانسان بمحيطه.

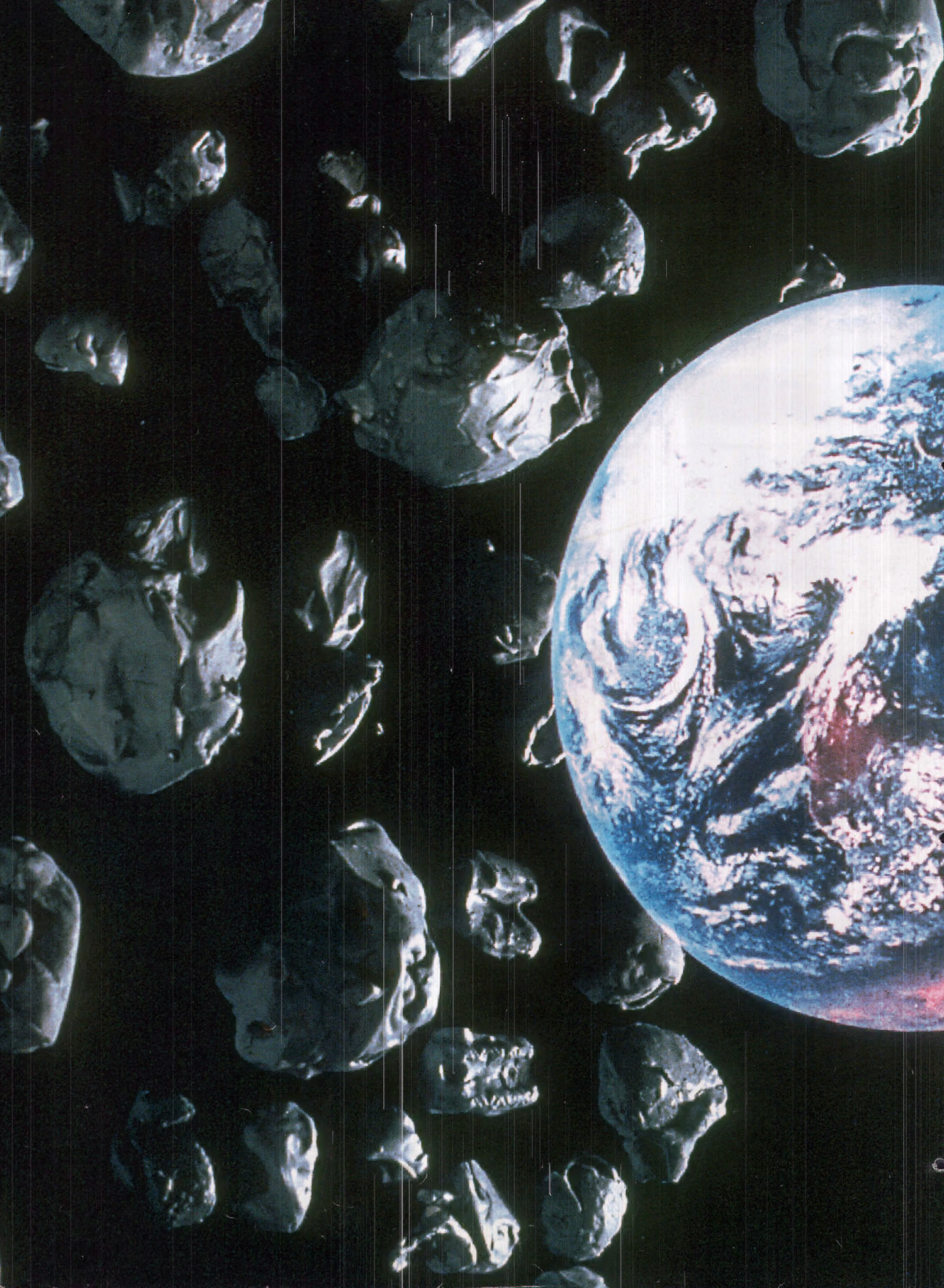
أخيراً، إنني أهدي هذا الأثر العلمي «أطلس العالم الكبير»، إلى حفيدي طارق بك، أطال الله في عمره.

ش. بدران



الصخور أو النيازك بجانب الأرض





الفهرس العام

٤	المقدمة	١٥٨	الرياح
٢٨	الكون	١٥٩	الإعصار القمعي
٣٢	الجسم الطائر غير معروف الهوية (UFO)	١٦٠	الإعصار الحلزوني
٣٤	الجاذبية	١٦٠	السماء
٣٥	المرصد	١٦٠	العاصفة الثلجية
٣٧	الثقب الأسود	١٦١	المسح الجوي
٣٨	المجرة	١٦١	علم الخرائط
٣٨	الضوء/قياس الضوء	١٦٦	المحيطات
٣٩	السحابتان الماجلياتيتان	١٦٨	لوحة رقم ٢
٤٠	السديم	١٦٨	المحيطات
٤٢	مجرة درب اللبانة	١٧٥	التيارات البحرية
٤٣	النجم	١٧٦	المدّ والجزر في المحيطات
٤٨	التوجه	١٧٦	البحر المتوسط
٤٩	البوصلة	١٧٨	المناخ والتيارات البحرية
٥١	الكواكب	١٨٠	لوحة رقم ٣
٥٨	النظام الشمسي	١٨٠	المناخ
٦٢	الحسوف والكسوف	١٨٣	الأنهار
٦٣	دائرة البروج	١٩٢	المجلدة أو نهر الجليد
٦٣	الطفاوة، الهالة	١٩٤	البحيرات
٦٤	الأثر النيزكي	١٩٨	الأرض الرطبة
٦٦	المدّنب	١٩٨	المستنقعات
٦٧	القمر	٢٠٠	الشلال
٧٢	منذ ملايين السنين، كان طول اليوم	٢٠٠	قوس قزح
٧٣	١٨ ساعة	٢٠٢	الجبال
٧٣	السفر في الفضاء	٢١٠	الوادي
٧٩	استكشاف الفضاء	٢١١	الجزر
٨٧	العصور الجيولوجية وحيومورفولوجية الأرض	٢١٦	الشعب المرجانية (الحيد البحري المرجاني)
٩٦	الدينصورات (حيوانات ما قبل التاريخ)	٢١٨	النشاط الإقتصادي
١٠٣	التسلسل الجيولوجي	٢٢٠	لوحة رقم ٤
١٠٤	الجيولوجيا	٢٢٩	الزراعة
١٠٥	نشوء القارات	٢٣٥	الغذاء
١٠٦	تكتونية الصفائح	٢٣٩	التربة
١٠٨	الخنديق	٢٤١	المرج
١١٠	مورفولوجية الأرض	٢٤٣	الأرض العشبية
١١٢	لوحة رقم ١	٢٥٧	الغابة
١١٦	أنواع الجيولوجيا	٢٥٩	التندرة
١١٩	التجوية والتعرية	٢٦٢	الصحاري
١٢٠	عجائب العالم الطبيعية السبع	٢٦٤	علم الإقتصاد
١٢٩	الفوهة	٢٦٨	الصناعة
١٣١	البراكين	٢٦٩	مصادر الطاقة
١٣٢	الزلازل	٢٦٩	الفحم
١٣٥	التسونامي	٢٧٥	الطاقة الذرية
١٣٧	صدع سان أندرياس	٢٩١	النفط
١٤٠	الصدع	٢٩٥	النقل والإتصال
١٤١	مجموعة صدوع شرق أفريقيا	٢٩٦	التجارة
١٤٥	الحمة Geyser	٢٩٨	كثافة السكان في العالم
١٥٠	سرعة دوران لب الأرض الداخلي أكبر	٣٠٢	لوحة رقم ٥
١٥٢	مقارنة بالغلاف وقشرة الأرض	٣٠٣	السكان
١٥٣	الأرض	٣٠٨	مشاكل المدن
١٥٥	خطوط العرض وخطوط الطول	٣١٤	العرق
١٥٦	المحور	٣١٦	التلوث البيئي
١٥٧	الإعتدال	٣١٨	طبقة الأوزون
	التساقط		أعلام الدول
	البرق		دول الكرة الأرضية
	الرعد		لوحة رقم ٦

٣٢٠ الدول العربية

٤٤١	منطقة بحر المانش والبلاد المنخفضة
	السياسية - خريطة رقم ٣٦
٤٤٤	اسكندنافيا وإيسلندا الطبيعية
	خريطة رقم ٣٧
٤٤٦	اسكندنافيا وإيسلندا السياسية
	خريطة رقم ٣٨
٤٥٠	أوروبا الوسطى الطبيعية - خريطة رقم ٣٩
٤٥١	أوروبا الوسطى السياسية - خريطة رقم ٤٠
٤٥٦	أوروبا الجنوبية الشرقية الطبيعية
	خريطة رقم ٤١
٤٥٨	أوروبا الجنوبية الشرقية السياسية
	خريطة رقم ٤٢

٤٦٣ روسيا

٤٧٠	أوراسيا الشمالية - خريطة رقم ٤٣
٤٧٥	المنطقة القوقازية - خريطة رقم ٤٤
٤٧٦	منطقة البلطيق - خريطة رقم ٤٣
٤٧٧	منطقة الأورال - خريطة رقم ٤٤

٤٧٨ أميركا الشمالية

٤٨٤	أميركا الشمالية الطبيعية - خريطة رقم ٤٥
٤٨٥	أميركا الشمالية السياسية - خريطة رقم ٤٦
٤٨٨	كندا - خريطة رقم ٤٧
٤٩٠	ألاسكا - خريطة رقم ٤٨
٤٩٢	الولايات المتحدة الأمريكية
	خريطة رقم ٤٩
٥٠٠	المكسيك - خريطة رقم ٥٠
٥٠١	الأنتيل - خريطة رقم ٥١

٥٠٨ أميركا الجنوبية

٥١٤	أميركا الجنوبية الطبيعية - خريطة رقم ٥٢
٥١٥	أميركا الجنوبية السياسية - خريطة رقم ٥٣
٥١٩	جويانا فينزويلا وكولومبيا - خريطة رقم ٥٤
٥٢٢	البرازيل ودول الأند الوسطى
	خريطة رقم ٥٥
٥٢٩	التشيلي والبلدان المنبسطة - خريطة رقم ٥٦

٥٣٠ أوقيانيا

٥٣٤	البحر الهادي
٥٣٦	أوقيانيا الطبيعية - خريطة رقم ٥٧
٥٤٨	أستراليا - خريطة رقم ٥٨

٥٥٠ المناطق القطبية

٥٥٢	قارة القطب الشمالي (أركتيكا)
٥٥٣	المناطق القطبية الشمالية الطبيعية
	خريطة رقم ٥٩
٥٥٥	المناطق القطبية الجنوبية - خريطة رقم ٦٠
٥٥٦	قارة القطب الجنوبي (أنتاركتيكا)
٥٦١	فهرس أسماء الدول العربية
٥٧٦	فهرس أسماء الدول الأجنبية
٦٠٧	لإرشادات عامة
٦٠٨	شرح علمي للمصطلحات الجغرافية

٣٤٩ آسيا

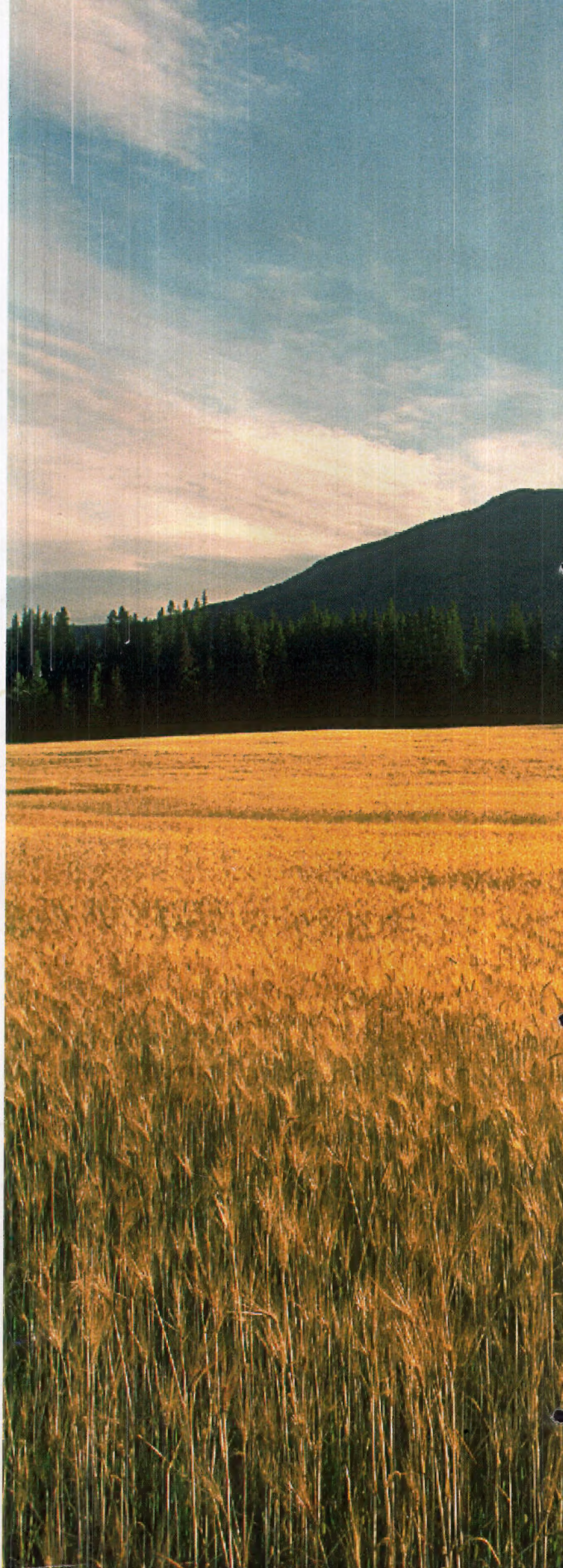
٣٢٠	الجمهورية اللبنانية - خريطة رقم ٠١
٣٢٦	الجمهورية العربية السورية - خريطة رقم ٠٢
٣٢٨	فلسطين والأردن - خريطة رقم ٠٣
٣٣٢	الجمهورية العراقية - خريطة رقم ٠٤
٣٣٤	شبه الجزيرة العربية - خريطة رقم ٠٥
٣٣٨	دولة الكويت - خريطة رقم ٠٦
٣٣٩	دولة قطر - خريطة رقم ٠٧
٣٤٠	الإمارات العربية المتحدة - خريطة رقم ٠٨
٣٤١	سلطنة عُمان - خريطة رقم ٠٩
٣٤٢	جمهورية مصر العربية - خريطة رقم ٠١٠
٣٤٣	الجمهورية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية
	العظمى - خريطة رقم ٠١١
٣٤٤	دلتا النيل وقناة السويس - خريطة رقم ٠١٢
٣٤٦	شمالي غربي إيران - خريطة رقم ٠١٣
٣٤٧	جمهورية السودان الديمقراطية
	خريطة رقم ٠١٤

٣٨٠ أفريقيا

٣٨٦	أفريقيا الطبيعية - خريطة رقم ١٨
٣٨٧	أفريقيا السياسية - خريطة رقم ١٩
٣٩٠	أفريقيا المتوسطية والصحراوية
	خريطة رقم ٢٠
٣٩٥	أفريقيا الشرقية - خريطة رقم ٢١
٣٩٧	أفريقيا الغربية - خريطة رقم ٢٢
٤٠٠	أفريقيا الإستوائية - خريطة رقم ٢٣
٤٠٦	أفريقيا الجنوبية - خريطة رقم ٢٤

٤٠٨ أوروبا

٤١٦	أوروبا الطبيعية - خريطة رقم ٢٥
٤٢٠	أوروبا السياسية - خريطة رقم ٢٦
٤٢٢	إيطاليا الطبيعية - خريطة رقم ٢٧
٤٢٣	إيطاليا السياسية - خريطة رقم ٢٨
٤٢٦	شبه جزيرة إيبيريا الطبيعية - خريطة رقم ٢٩
٤٢٧	شبه جزيرة إيبيريا السياسية
	خريطة رقم ٣٠
٤٣٠	فرنسا الطبيعية - خريطة رقم ٣١
٤٣١	فرنسا السياسية - خريطة رقم ٣٢
٤٣٦	الجزر البريطانية الطبيعية - خريطة رقم ٣٣
٤٣٧	الجزر البريطانية السياسية - خريطة رقم ٣٤
٤٤٠	منطقة بحر المانش والبلاد المنخفضة
	الطبيعية - خريطة رقم ٣٥



أطلس العا

مُعَاقرات مُشَوِّقَة

علم الكيمياء

سنة في الجغرافيا

خزان مانيكوانلجان الكندي وهو سادس أكبر خزان مياه في العالم،
سعته ١٤١,٩٠٠ مليون متر مكعب، يستعمل للري ولتوليد الطاقة
الكهربائية. صورة أخذت من الفضاء الخارجي

صورة لمجرة درب اللبانة، كما صوّرها تلسكوب هابل



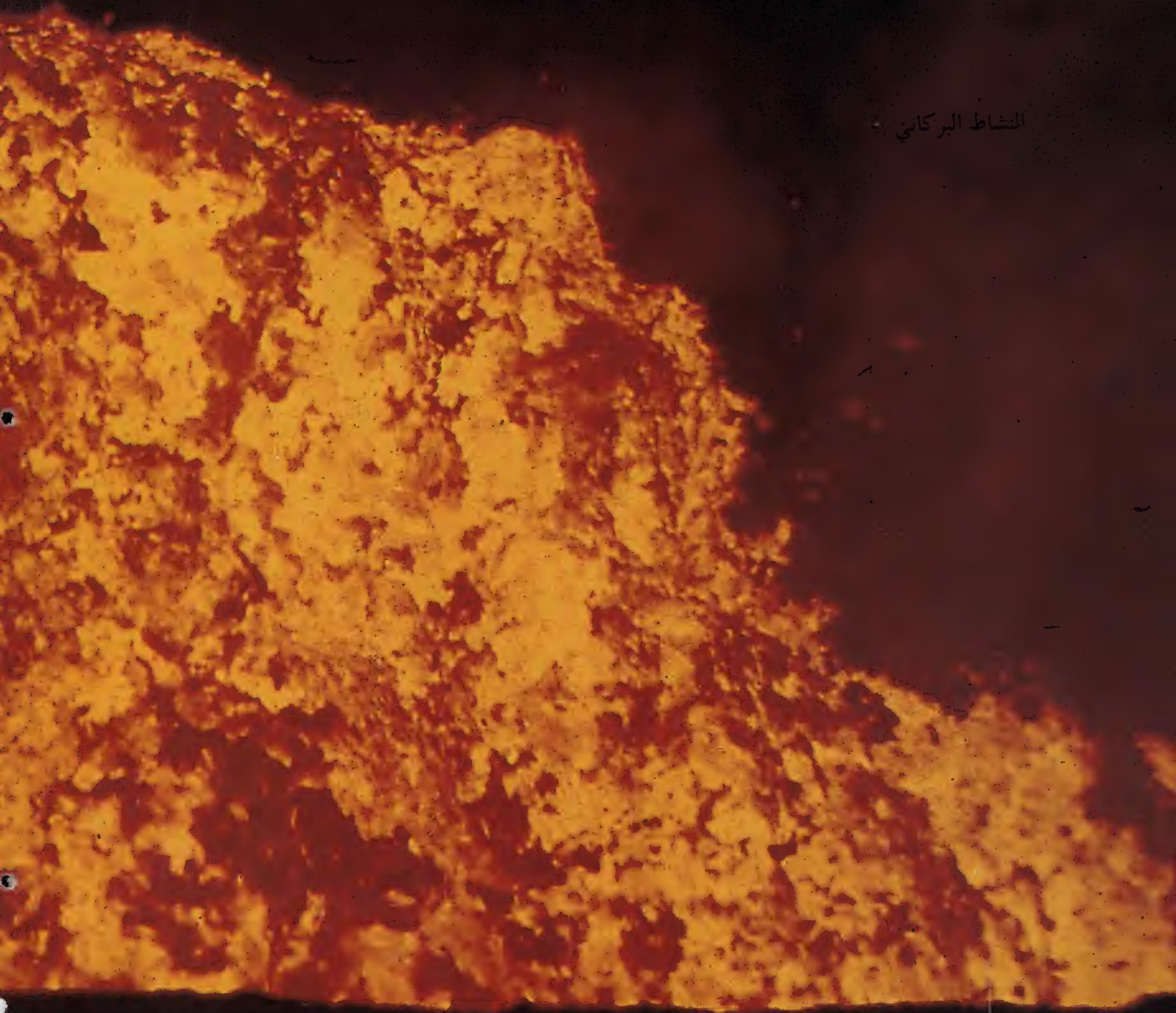


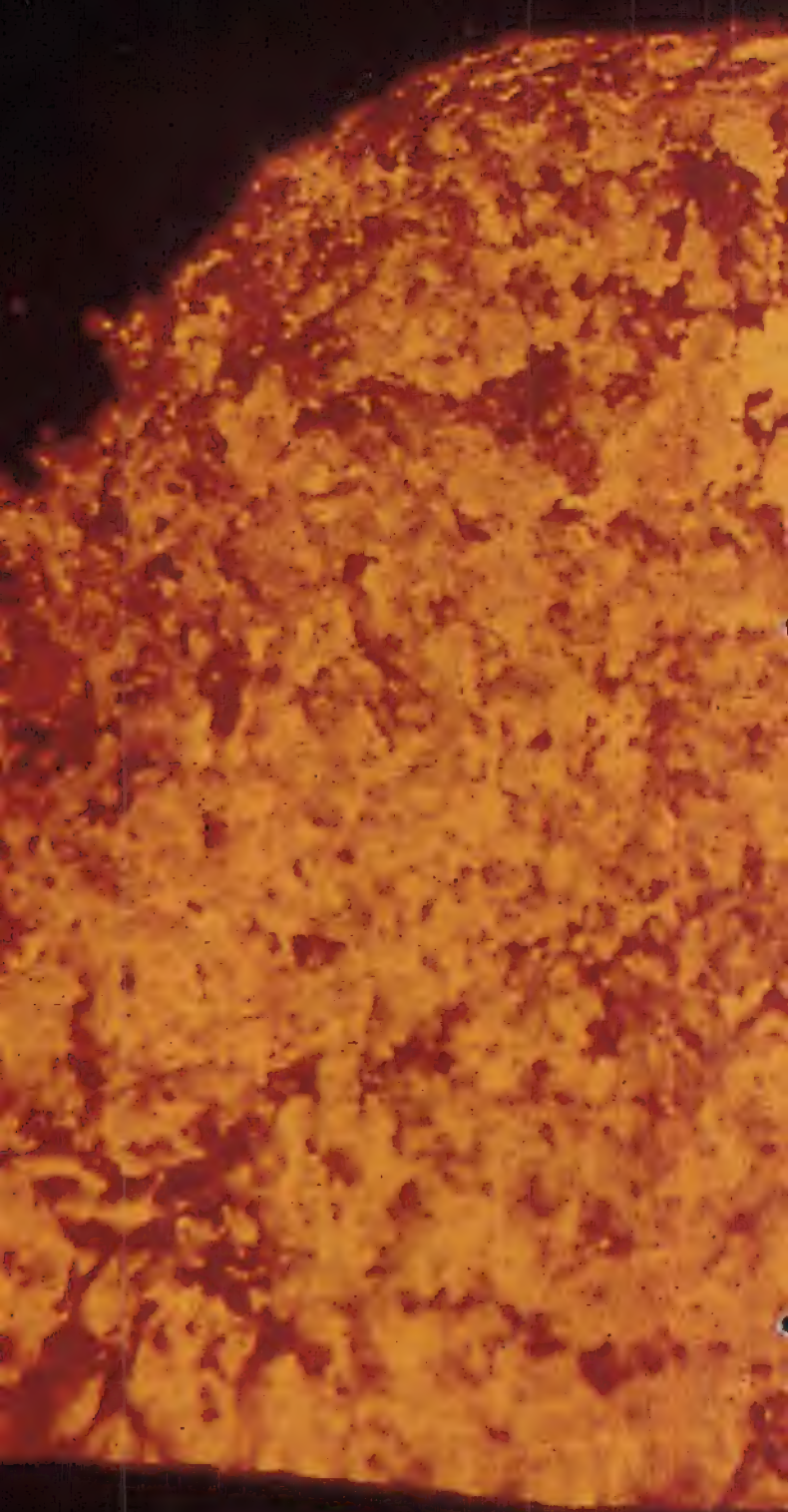
الولايات المتحدة: الكثبان الرملية في وادي الموت Death Valley





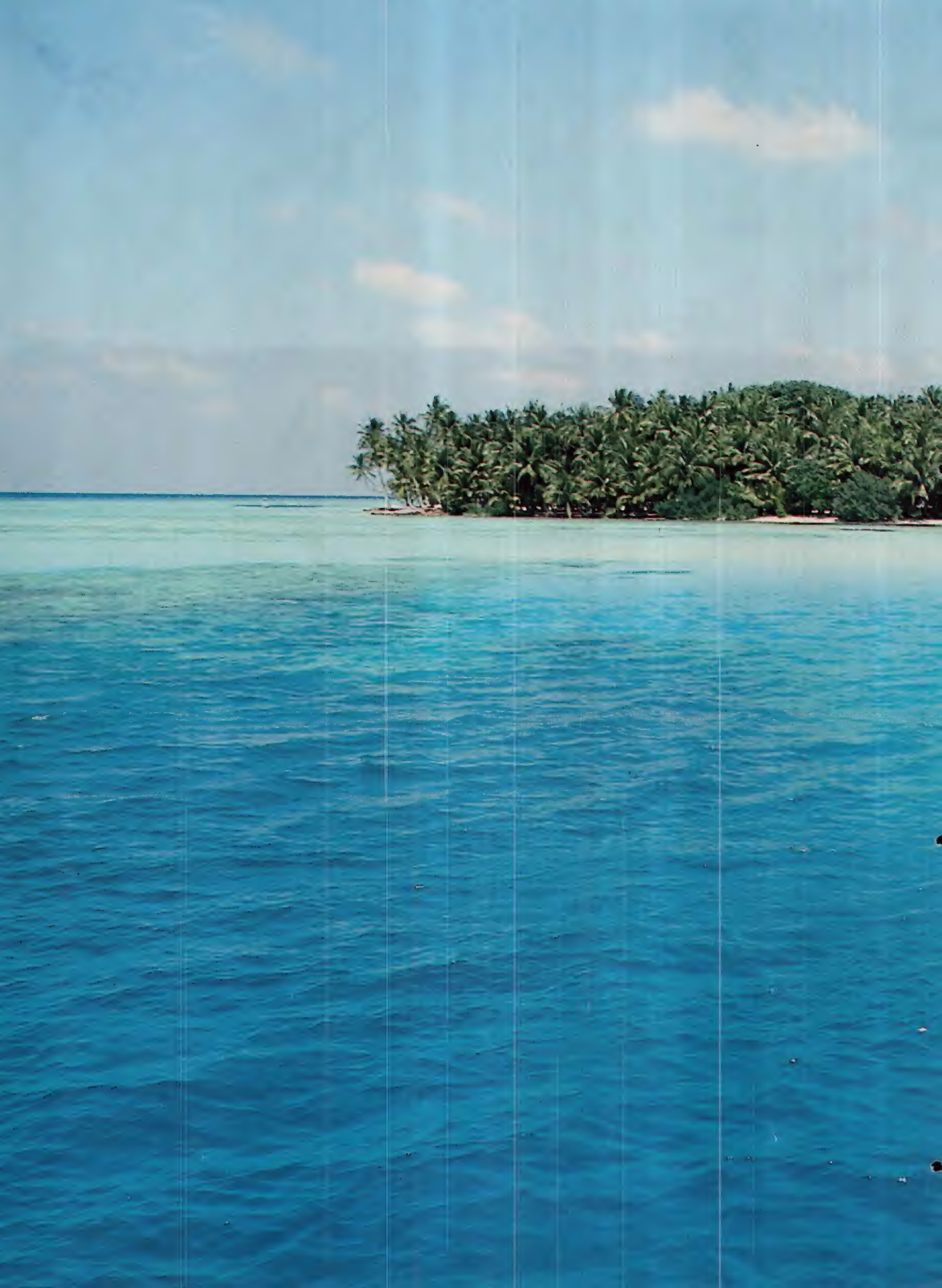
النشاط البركاني





تكوّنت جزيرة مالديف في المحيط الهادئ بفعل البراكين.
ومع مرور ملايين السنين، نمت الشعب المرجانية على أطراف الجزيرة









صورة معبرة عن الصدوع (تشقق الأرض)، وذلك بفعل قوة الزلازل

القطب الجنوبي: الجبل الجليدي العائم
الذي يشكل خطراً على أقوى وأصلب البواخر









صورة أخذت من الفضاء الخارجي للشعب المرجانية
التي تمتد على طول ٢٠٠٠ كيلومتر تقريباً على الشاطئ الأسترالي، ويسمى الحاجز المرجاني الكبير

تلسكوب في مركز تيد بينيلا في أستراليا، هذا التلسكوب الضخم
صمم لتتبع التطورات وتحركات الأجرام والمجرات في عمق الفضاء الخارجي





الكون

يتألف الكون من جميع المادّة والضوء وأشكال الإشعاع والطاقة الأخرى. ويتكوّن من كلّ ما يوجد في أيّ مكان من الفضاء والزمان.

ويشمل الكون الأرض وكلّ ما عليها، وكلّ ما في النظام الشمسيّ، وجميع النجوم، التي تشكّل الشمس واحداً منها. والشمس هي واحد من أكثر من ١٠٠ بليون نجم، تشكّل معاً مجرّة لولبية عملاقة تُعرف بدرب اللبّانة. ويصل قطر درب اللبّانة إلى حوالي ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية. والسنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، أي حوالي ٩,٤٦ ترليون كيلومتر.

وتشير الدراسات على الفضاء البعيد والتي تُستخدم فيها التلسكوبات البصريّة واللاسلكيّة، إلى أنّه قد يكون هنالك حوالي ١٠٠ بليون مجرّة في الكون الذي يمكن رؤيته. وتميل المجرّات إلى التجمّع في مجموعات أو تكتلات، ويبدو بعض المجموعات متكتّلاً في مجموعات أكبر حجماً.

حجم الكون

لا أحد يعلم إذا كان الكون محدوداً في الحجم أم غير محدود. وتشكّل الأجرام الساطعة غير المألوفة المعروفة بالنجوم الزائفة، أبعد أجرام وُجدت في الكون حتّى اليوم. وتبيّن القياسات أنّ النجوم الزائفة توجد على مسافة ١٢ بليون إلى ١٦ بليون سنة ضوئية من الأرض.

ولا يستطيع العلماء تحديد بُعد النجم الزائف بدراسة سطوعه. لكنّهم يستطيعون تحديد بُعده بدراسة زحزحته الحمراء. فعندما يبتعد النجم الزائف - أو أي جسم يطلق الضوء - عن المراقب، يرى المراقب الضوء بأطوال موجيّة أكبر من الأطوال الموجيّة التي

قد يراها مراقب يتحرّك مع الجسم (الطول الموجي هو المسافة بين ذروتين موجيّتين متتاليتين). ويُعرف التغيّر المشاهد في الطول الموجي بالزحزحة الحمراء. ويتوقّف مدى الزحزحة الحمراء على السرعة التي يبتعد بها الجسم عن المراقب. ويشهد جميع المجرّات، إلّا أقربها إلينا، وجميع النجوم الزائفة زحزحة حمراء. ويفسّر الفلكيّون المقادير المتناسبة من الزحزحة الحمراء كدليل على تمدّد الكون، وابتعاد كلّ جزء من الكون عن كلّ الأجزاء الأخرى. وهذه هي إحدى المشاهدات الأساسيّة التي يجب تفسيرها بنظرية كونية ناجحة.

تغيّر النظرة إلى الكون

في العصور القديمة، اعتقد الناس أنّ الكون يتألف من مكان سكنهم والأمكنة البعيدة التي سمعوا بها والشمس والقمر والكواكب والنجوم. واعتبروا الأجرام السماويّة آلهة وأرواحاً.

في سنة ١٥٤٣، تقدّم الفلكيّ والرياضيّ البولوني نيكولاس كوبرنيكوس بنظرية تقول إنّ الأرض، على غرار الكواكب الأخرى، تدور حول الشمس. وقد بيّن فلكيّون لاحقون أنّ الشمس نجم نموذجيّ، وأنّ النجوم التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة تقع على بعد الكثير من السنوات الضوئية.

وأدى اختراع التلسكوب والرقاقة الفوتوغرافيّة والمطياف (جهاز يحلّل الضوء) إلى تقدّم كبير في مجال الفلك. فقد سمح ذلك للفلكيّين باكتشاف أنّ الشمس تقع في درب اللبّانة. وحوالي سنة ١٩٢٠، أدرك الفلكيّون أنّ الكثير من البقع الضوئية غير الواضحة المعروفة بالشُدْم، والتي تبدو وكأنّها تتوزّع بين نجوم درب اللبّانة، هو في الحقيقة مجرّات أخرى. ويقع الكثير من هذه المجرّات على مسافات هائلة من درب اللبّانة. وأدى اكتشاف الزحزحة الحمراء في المجرّات البعيدة إلى وضع نظرية الكون

في أعلى قمة في هاواي، تمّ إنشاء مرصد هاواي، وهو أكبر مرصد في العالم، يستطيع هذا المرصد مراقبة المجرّات البعيدة، وهو باتّصال دائم بمرصد كندا وفرنسا



المتمدد. وشكل هذا الإكتشاف، أيضاً، أحد أسس الكوزمولوجيا، أو علم الكونيات، الذي يبحث في أصل الكون وبنية العائمة وعناصره ونواميسه.

النظريات الكوزمولوجية

يرتكز معظم النظريات الكوزمولوجية على فكرة تُعرف بالمبدأ الكوزمولوجي. وتقول هذه الفكرة إنه، في أي وقت كان، يكون أي جزء من الكون مشابهاً لأي جزء آخر من العمر نفسه. وتشكل أيضاً نظرية النسبية العامة التي جاء بها ألبرت أينشتاين، جزءاً من الأساس الذي تركز عليه النظريات حول سلوك الكون. وترتكز نظرية أينشتاين بدورها على مبدئين اثنين: (١) لا يمكن أن تنتقل أية إشارة بسرعة أكبر من سرعة الضوء (٢) تكون قوانين الفيزياء هي نفسها في جميع أنحاء الكون.

وقد أدت هذه النظريات إلى خلق نماذج (أوصاف رياضية) تمثل الكون بوصفه متمدداً أو منقبضاً أو متذبذباً (تمتدداً ثم منقبضاً) أو ساكناً (لا يتمدد ولا منقبضاً). ومن مراقبة الزحزحة الحمراء في المجرات البعيدة، استنتج العلماء أن الكون يتمدد في الوقت الحاضر. لكن السلوك الإجمالي للكون في المستقبل سيتوقف على كثافة المادة الموجودة حالياً في الكون.

فإذا افترضنا أن جميع المادة التي كشفها العلماء حتى الآن في الكون هي جميع المادة الموجودة فعلياً في الكون، يكون متوسط كثافة الهيدروجين (العنصر الكيميائي الأكثر وفرة في الكون) ذرة واحدة في كل ٧,٦ أمتار مكعبة من الفضاء. وفي هذه الشروط، يكون الكون «مفتوحاً». ووفقاً لنظرية أينشتاين، يكون للكون المفتوح حجم لا محدود، ويحتوي على عدد لا محدود من ذرات الهيدروجين. وفي هذه الحالة، يستمر الكون بالتمدد إلى ما لا نهاية، ويقترب من كثافة معدومة في وقت لا محدود من المستقبل. وفي المستقبل البعيد، لا تبقى سوى المجرات التي تشكل المجموعة المحلية الكبرى الواحدة

قرب الأخرى، فيما تتراجع جميع المجرات الأخرى إلى مسافات كبيرة جداً. وفي مآل الأمر، تستنفد جميع النجوم جميع الطاقة التي تجعلها تسطع فتصبح مظلمة.

ومن ناحية أخرى، قد توجد كميات كبيرة من المادة في شكل معين لم يُكشف بعد، وتُعرف هذه المادة بالمادة الداكنة. وإذا كان متوسط كثافة المادة في الكون ١٠٠ ذرة من الهيدروجين في كل ٧,٦ أمتار مكعبة، يكون الكون «مغلقاً»؛ ووفقاً لنظرية أينشتاين، يكون للكون المغلق حجم محدود، ويحتوي على عدد محدود من ذرات الهيدروجين. وفي وقت ما من المستقبل، ربما بعد ٢٠ إلى ٤٠ بليون سنة، يتوقف تمدد الكون، وتبدأ المجرات بالتجمع من جديد وتقترب المادة من الكثافة المحدودة. ويمكن أن تلي هذا الإنهيار مرحلة أخرى من التمدد، وهكذا دواليك إلى ما لا نهاية.

تقدم بعض العلماء بنظريات حول الكون تركز على أفكار مختلفة تماماً. فعلى سبيل المثال، إن نظرية الحالة المستقرة تركز على فكرة أن كل جزء من الكون شبيه بسائر الأجزاء الأخرى في جميع الأوقات. ووفقاً لهذه النظرية، تُخلق المادة بشكل متواصل، وتشكل مجرات جديدة تحل مكان المجرات التي تراجعت إلى مسافات لا محدودة. ويعتقد علماء آخرون أن نظرية النسبية العامة التي وضعها أينشتاين ناقصة، وقالوا، مثلاً، إنه في المرحلة الأولى من تطور الكون، شهد الكون فترة من التمدد السريع تُعرف بالإنفخاخ.

ولا يعلم أحد أي هذه النظريات ستثبت صحتها، وقد تكون جميعها غير صحيحة. ويجب أن ينتظر العلماء حتى يقطع الفلك الرصدي والفيزياء النظرية أشواطاً أخرى من التقدم والتطور. ومن المعلومات التي لا يزال يفتقر إليها العلماء، هنالك متوسط كثافة المادة في الفضاء، وعمر النجوم الأقدم تكويناً، وسلوك الزحزحات الحمراء على المسافات الكبيرة جداً، وما إذا كانت نظرية أينشتاين صحيحة أم لا.

مرصد توسون في أريزونا لمؤسسة سميثسونيان، استعمل بشكل متطور في تلسكوب التكنولوجيا الحديثة، صمم هذا التلسكوب بحيث تفوق قدرته على جمع الضوء، قدرة تلسكوب مرصد بالومار بعشرة أضعاف.





إيرلندا: منظار في مرتفعات وودكوك لالتقاط تحركات الأجسام الغريبة (UFO)
والموجات الراديوية واللاسلكية في الفضاء الخارجي



الجسم الطائر غير معروف الهوية (UFO)

إنَّ جميع الحضارات تقريباً التي دَوَّنت التاريخ قد سجلت رؤية أجسام وأضواء غريبة في السماء. وتُعرف اليوم الظواهر الطيرانية التي لا يمكن تفسيرها بالأجسام الطائرة غير معروفة الهوية Unidentified flying object (UFO) أو بالصحون الطائرة.

وقد تراوح وصف هذه الأجسام الطائرة من عجالات متوهجة إلى كرات ضوئية ملونة أو أجسام بشكل سيجار أو قرص أو هلال. وحدثت إحدى أقدم المشاهدات الموثقة للصحون الطائرة عام ١٥٦١ في نورمبرج في ألمانيا. ووصفت نشرة، صدرت في تلك السنة، ظهور كرات حمراء وزرقاء وسوداء أو صحون وصلبان وأنايب تبدو أنها تتقاتل في ما بينها في السماء فوق المدينة.

وقد ظهرت عبارة «الصحون الطائرة» للمرة الأولى سنة ١٩٤٧. فقد أخبر رجل أعمال أميركي يدعى كنيث أرنولد الصحفيين أنه في أثناء قيادته طائرة خاصة قرب جبل رينير في واشنطن، رأى تسعة أجسام طائرة فوق

الجبل في تشكيل معيّن وبسرعة تتجاوز ٢٥٠٠ كيلومتر في الساعة. وأضاف أرنولد أنَّ هذه الأجسام تتحرك «كصحن يشب فوق صفحة الماء». وبعد ذلك، اختصر وصف أرنولد وأصبح تعبير الصحن الطائر يُطلق على جميع الأجسام الطائرة غير معروفة الهوية.

تملك حكومة الولايات المتحدة سجلات عن آلاف المشاهدات لأجسام طائرة غير معروفة الهوية، تشمل صوراً لصحون طائرة مزعومة ومقابلات مع أشخاص ادَّعوا أنهم رأوها. وبما أنَّ الصحون الطائرة قد اعتُبرت خطراً محتملاً على الأمن القومي، فقد حُظِر، في بادئ الأمر، إطلاع الجمهور على التقرير الذي وُضع بهذه المشاهدات. وعندما سُمح بنشر التقرير في وقت لاحق، تبين أنَّ ٩٠٪ من مشاهدات الصحون الطائرة قابلة للتفسير بسهولة. وقد تبين أنَّ معظم هذه المشاهدات هو أجرام سماوية، كالنجوم أو الكواكب الساطعة مثل الزهرة، أو ظواهر جوية كالشفق القطبي أو سقوط نيازك عبر الجو. وثبت في النهاية أن الكثير من المشاهدات الأخرى هي بالونات للرصد الجوي أو أقمار اصطناعية أو أسراب من الطيور. وكثيراً ما

رافقت هذه المشاهدات أحوال جوية غير اعتيادية.

في سنة ١٩٤٨، بدأت القوّات الجوية الأميركية بأول تحقيق رسمي بشأن الصحون الطائرة، وقد عُرف باسم Project Sign (مشروع العلامة) ودرس ٢٤٣ مشاهدة. ثم استبدل هذا البرنامج بـ Project Grudge (مشروع الضغينة) الذي حقّق في ٢٤٤ مشاهدة أخرى. وفي آذار ١٩٥٢، نظّمت القوّات الجوية أهمّ تحقيق حول الصحون الطائرة أطلقت عليه اسم Project Blue Book (مشروع الكتاب الأزرق). وقد عمل في هذا المشروع عدد من العلماء، بينهم فيزيائيون ومهندسون وأرصاديون وفلكي واحد. وكان لـ «مشروع الكتاب الأزرق» ثلاثة أهداف رئيسية: تفسير جميع مشاهدات الصحون الطائرة التي تمّ التبليغ عنها؛ وتقرير ما إذا كانت الصحون الطائرة تشكّل خطراً على الأمن القومي للولايات المتحدة؛ وتحديد ما إذا كانت الصحون الطائرة تستعمل أي تكنولوجيا متقدمة قد تستفيد منها البلاد.

وفي أواسط الستينات، كثرت التقارير الواردة عن مشاهدة صحون طائرة. وللمرة الأولى، وصلت التقارير بانتظام من أماكن

خارج الولايات المتحدة تشمل كندا والاتحاد السوفياتي وأستراليا. وفي شباط ١٩٦٦، التأمّت هيئة جديدة للتحقيق في مسألة الصحون الطائرة. ومثل من سبقها من الهيئات، قوّرت هذه الهيئة أنَّ السواد الأعظم من مشاهدات الصحون الطائرة هي إمّا ظواهر طبيعية أو خدع.

وقد عارض بعض العلماء علناً النتائج التي توصّلت إليها الهيئة. وأكدت هذه المجموعة من العلماء، التي شملت الأرصادي جيمس إ. ماكدونالد من جامعة أريزونا والفلكي ج. ألن هاينك من جامعة الشمال الغربي، أنَّ عدم إيجاد تفسير واضح لبعض مشاهدات الصحون الطائرة الموثقة يشكّل دليلاً قاطعاً على أنَّ كائنات فضائية قد زارت الأرض.

استقبل المجتمع العلمي التابع للاتحاد السائد رأي العلماء المعارضين ببرودة تامّة. وفي سنة ١٩٦٨، طلبت القوّات الجوية الأميركية من الفيزيائي ادوارد أ. كوندون من جامعة كولورادو ترؤس لجنة تدرس الفرضية القائلة بوجود كائنات فضائية. وقامت لجنة خاصة من الأكاديمية القومية للعلوم بمراجعة تقرير اللجنة النهائي «دراسة علمية للأجسام الطائرة غير معروفة الهوية»، الذي يشمل تحقيقات مفصلة حول ٥٩

مرصد في جبل واشنطن لتلقّي المعلومات من الأقمار الصناعية عن تضاريس الأرض لصنع الخرائط



أن يحول خلل أو علة في البصر مصادر الضوء النقطية إلى أجسام شبيهة ظاهرياً بالصحن. وتشكل هذه الصور المضللة للبصر المترافقة برغبة في تفسير الصور البصرية، سبب الكثير من مشاهدات الصحن الطائرة المفترضة.

قد تكون المشاهدات بواسطة الرادار أجدر بالثقة في بعض النواحي، لكنها لا توفر المعلومات اللازمة للتمييز بين الأجسام المادية والظواهر الطبيعية مثل الآثار النيزكية وآثار الغاز المؤيّن Ionized Gas والمطر والتقطعات الحرارية. علاوة على ذلك، هناك الكثير من التأثيرات التي يمكن أن تعطي صدى رادارياً كاذباً: التداخل الإلكتروني، وانعكاس الضوء على طبقات جووية مؤينة أو على الغيوم، وانعكاس الضوء على منطقة رطبة كالسحاب الركامي مثلاً. وقد تبين أن أحداث الاتصال المزعومة - التي تشمل أنشطة أخرى إلى جانب المشاهدة - ترتبط في معظم الحالات بالأحلام أو الهلوسة. وتتوقف مصداقية هذه التقارير إلى حد بعيد على وجود شاهدين مستقلين أو أكثر، ساعة حدوث الظاهرة.

وبعدهم عنه والأحوال الجوية التي كانت سائدة وقت المشاهدة. ومن السمات الشائعة في التقارير حول الصحن الطائرة، تأكيد الشهود في الكثير من الحالات أن الأجسام التي رآوها كانت مسيرة من قبل كائنات عاقلة. ويصل الناس غالباً إلى هذا الاستنتاج لأنهم يعتقدون، مثل كنيث أرنولد الذي رأى صحناً طائرة فوق جبل رينير، أنهم يرون أجساماً تطير معاً ضمن مجموعات أو باتجاه جسم آخر، أو تغير اتجاهها أو سرعتها بشكل مفاجئ.

لدى جميع الناس رغبة طبيعية بتفسير وفهم كل ما تراه عيونهم. ولهذا السبب، فإن المشاهدات البصرية تكون عموماً الأقل عيولاً. فالعين البشرية المجردة يمكن أن تُخدع حتى درجة الهلوسة. وكثيراً ما يبدو الضوء الساطع، ككوكب الزهرة مثلاً، وكأنه يتحرك مع أن تلسكوباً مثبتاً أو شاخص (قضيب) تسديد يُظهر أنها ثابتة. ولا يمكن أيضاً الوثوق بالتقدير البصري للمسافة لأنه يستند إلى حجم مفترض. ويمكن أن يخلق انعكاس الضوء على زجاج النوافذ أو النظارات مناظر متراكبة. ويمكن

شمّلت السجلات الكندية حوالي ٧٥٠ مشاهدة وحدثاً في أواخر الستينات. وقد أبقى العلماء، في بريطانيا والسويد والدانمارك وأستراليا واليونان، على سجلات بمثل هذه المشاهدات، وإن كانت غير شاملة.

منذ إيقاف «مشروع الكتاب الأزرق»، لم تنشئ حكومة الولايات المتحدة أية برامج رسمية أخرى لدراسة الصحن الطائرة. ولكن، في سنة ١٩٧٣، أنشأت مجموعة من العلماء الأميركيين مركز دراسات الأجسام الطائرة غير معروفة الهوية (وقد أصبح اليوم مركز ج. ألن هانك) لدراسات الأجسام الطائرة غير معروفة الهوية، في شيكاغو. وهناك الكثير من المجموعات الخاصة المماثلة التي تواصل دراسة هذه الظاهرة.

وفقاً للدليل الذي نشرته القوّات الجوية الأميركية حول الموضوع، فإن صدق الشهود وامكانية الاعتماد على أقوالهم هما من الاعتبارات الأساسية في مشاهدات الصحن الطائرة. ومن الاعتبارات الهامة الأخرى، هناك أيضاً عدد الشهود وطول المدة التي شاهدوا خلالها الصحن الطائرة

مشاهدة لصحن طائرة، ونُشر التقرير في أوائل سنة ١٩٦٩. أجرى العلماء السبعة والثلاثون الذين شاركوا في وضع التقرير مقابلات مع أشخاص زعموا رؤية صحن طائرة ودرسوا الأدلة المادية والفوتوغرافية. وقد خلّص التقرير، الذي يُعرف أيضاً بتقرير كوندون، إلى أنه لا يوجد أي دليل على الإطلاق على تحكّم كائنات فضائية بالصحن الطائرة، وأنه لا حاجة إلى المزيد من الدراسات حولها.

واستناداً إلى توصيات تقرير كوندون، أوقف «مشروع الكتاب الأزرق» في كانون الأول ١٩٦٩ بعد أن جمع ما يقارب ٨٠,٠٠٠ صفحة من المعلومات حول ١٢,٦١٨ مشاهدة وحدثاً تتعلق بالصحن الطائرة، وقد صُنّفت جميعها في النهاية إما كـ «معروفة الهوية»، عند تطابقها مع ظاهرة فلكية أو جووية أو اصطناعية معروفة، أو كـ «غير معروفة الهوية» وتشمل الحالات التي كانت فيها المعلومات غير كافية.

ونجد التقارير الرسمية الوحيدة الأخرى (والكاملة نسبياً) في كندا، حيث نُقلت في سنة ١٩٦٨ من مصلحة الدفاع الوطني إلى المجلس الوطني الكندي للبحوث. وقد

مرصد دايتون بيتش في فلوريدا لالتقاط الموجات الراديوية واللاسلكية



الجاذبية

الجاذبية هي قوة التجاذب التي تعمل بين جميع الأجسام بسبب كتلتها، أي كمية المادة التي تتكوّن منها. وبسبب الجاذبية، تُسحب جميع الأجسام الموجودة على الأرض أو قربها باتجاه الكوكب. وتسمح الجاذبية بتماسك الغازات الحارة في الشمس. كما أنها تُبقي الكواكب في مداراتها حول الشمس، وتبقي جميع النجوم في مجرتنا في مداراتها حول مركز المجرة. ويُعرف التجاذب جسم ما إلى الأجسام الأخرى القريبة منه بقوة الجاذبية.

ومع أنه من السهل رؤية تأثيرات قوة الجاذبية، فإن تفسير الجاذبية قد حير الناس على مدى قرون. وقد علّم الفيلسوف الإغريقي القديم أرسطو أنّ الأجسام الثقيلة تقع بسرعة أكبر من الأجسام الخفيفة. وقد ظلّ هذا الرأي معتمداً بوجه عام على مدى قرون. ولكن في أوائل القرن السابع عشر، جاء العالم الإيطالي جاليليو بنظرية مختلفة إلى الجاذبية. واعتبر جاليليو أنّ جميع الأجسام تقع بالتسارع نفسه (تزايد السرعة) إلا إذا أبطأت مقاومة الهواء أو أيّ قوة أخرى سقوطها.

درس الفلكيون القدامى حركات القمر والكواكب. لكنّ هذه الحركات لم تُفسّر بالشكل الصحيح حتّى أواخر القرن السابع عشر، عندما أثبت العالم الإنجليزي السير إسحق نيوتن وجود علاقة بين القوة التي تجذب الأجسام إلى الأرض والطريقة التي تتحرك بها الكواكب. وبنى نيوتن نظريته على الدراسة الدقيقة لحركات الكواكب التي قام بها فلكيان عاشا في أواخر القرن السادس عشر وأوائل السابع عشر: الدانماركي تيكو براهيه والألماني يوهانس كبلر. عندما كان نيوتن في الثالثة والعشرين من العمر، دفعه سقوط تفاحة من شجرة أمامه، إلى التساؤل حول مدى عمل قوة الجاذبية. وأدرك أنّ القوة نفسها التي أسقطت التفاحة من الشجرة تستطيع إبقاء القمر في مداره حول الأرض. واستناداً إلى القوانين التي اكتشفها كبلر، بيّن نيوتن أنّ جاذبية ثقل الشمس يجب أن تزداد مع المسافة. وافترض أنّ جاذبية الأرض تتبع المنحنى نفسه. وحسب نيوتن، إنّ القوة التي

تجذب القمر إلى الأرض موجودة على سطح الأرض. وتبيّن أنّ هذه القوة ماثلة للقوة التي أكسبت التفاحة تسارعها.

نظرية نيوتن للجاذبية

تنصّ هذه النظرية على أنّ قوة الجاذبية بين جسمين متناسبة (متصلة طردياً) مع قدر كتلتيهما؛ أيّ أنّه كلما كبرت أيّ من الكتلتين ازدادت القوة الموجودة بين الجسمين. وتطبق النظرية على الكتلة بدلاً من الوزن لأنّ وزن جسم على الأرض هو في الحقيقة قوة جاذبية، وتكون للجسم نفسه أوزان مختلفة على كواكب مختلفة، لكنّ كتلته تبقى دائماً على حالها. وتقول نظرية نيوتن أيضاً إنّ قوة الجاذبية متناسبة عكسياً مع مربع المسافة الفاصلة بين مركزي ثقل الجسمين. فعلى سبيل المثال، إذا تضاعفت المسافة بين الجسمين تصبح القوة بينهما ربع القوة الأصلية.

نشر نيوتن نظريته حول الجاذبية في سنة ١٦٨٧. وحتى أوائل العشرينات، لم يشاهد العلماء سوى ظاهرة واحدة لا تتفق مع تنبؤات نظرية نيوتن وهي حركة كوكب عطارد، إلا أنّ هذا التعارض يبقى ضئيلاً جداً.

نظرية أينشتاين للجاذبية

في سنة ١٩١٥، أعلن الفيزيائي الألماني الأصل ألبرت أينشتاين نظريته حول الجاذبية، وهي نظرية النسبية العامة. والفكرة الأساسية في النسبية العامة تقول إنّ الجاذبية هي تأثير لانحناء أو انحراف الحيز والزمن.

ومع أنّ نظرية أينشتاين حتمت تغييراً كاملاً في الأفكار حول الجاذبية، فقد وسّعت نظرية نيوتن ولم تعارضها. وفي معظم الظروف، أعطت نظرية أينشتاين نتائج لم تختلف إلّا بشكل ضئيل عن النتائج التي تمّ التوصل إليها استناداً إلى نظرية نيوتن. وعندما استُعملت نظرية أينشتاين لحساب حركة عطارد، تطابقت الحسابات تماماً مع حركات الكوكب المشاهدة. وكان ذلك أول إثبات على صحة نظريته.

وترتكز نظرية النسبية العامة على افتراضين إثنيين. الافتراض الأول هو أنّ الفضاء والزمان ينحرفان أينما وجدت مادة أو طاقة. وأعطى أينشتاين معادلات تصف هذا الانحراف بدقة. والافتراض

الثاني، المعروف بمبدأ التعادل، ينصّ على أنّ تأثيرات الجاذبية معادلة للتسارع. ولفهم هذا المبدأ، افترض أنّك في صاروخ فضائي غير متحرك في الفضاء، أيّ دون جاذبية أو تسارع. إذا أفلت كرة من يدك، تطفو هذه الكرة ولا تسقط. وإذا تسارع الصاروخ إلى الأعلى، تبدو الكرة وكأنّها تقع على أرض المركبة كما لو أنّها سُحبت إلى الأسفل بفعل الجاذبية. وبالتالي، فإنّ التسارع ينتج تأثير الجاذبية نفسه.

ويتنبأ مبدأ التعادل أنّ الجاذبية تتسبّب بانحراف شعاع الضوء عند مروره قرب أجسام كبيرة، مثل الشمس، التي تحني الفضاء (أو الحيز). وقد أثبت هذا التنبؤ لأول مرة في سنة ١٩١٩ أثناء حدوث كسوف كامل للشمس. وتحرف الشمس أيضاً الموجات اللاسلكية وتؤخرها. وقد جرى قياس هذا التأخير بإرسال إشارات لاسلكية بين الأرض ومسابير فايكنج الفضائية التي وصلت إلى المريخ في سنة ١٩٧٦، ما وُفّر أدقّ برهان على النسبية العامة.

تنبؤات النسبية العامة

وفقاً لنظرية النسبية العامة، تبعث الأجسام العظيمة الكتلة التي تدور حول بعضها البعض موجات جاذبية. وقد أثبتت صحة هذا التنبؤ بصورة غير مباشرة في سنة ١٩٧٨ برصد بولسار ثنائي (نايض ثنائي)، وهو نجم نيوتروني سريع الدوران حول نفسه يدور حول نجم آخر مرافق له. وقد أشارت المشاهدات إلى أنّ الفترة المدارية للبولسار تتناقص باستمرار. ويتوافق قدر هذا التناقص مع تنبؤات النسبية العامة حول الطاقة التي سيفقدها النجمان بسبب إطلاق موجات الجاذبية.

وقد طُبِّقت النسبية العامة على الكوزمولوجيا أو علم الكونيات، وهو علم يبحث في الكون ككلّ. وتنبأت النظرية بأنّ الكون يجب إمّا أن يتمدد أو أن ينقبض. ويشير بعض المشاهدات، مثل التغيير في الطول الموجي للضوء الآتي من النجوم البعيدة، إلى أنّ النجوم تبتعد عنّا، وأنّ الكون يتمدد. وقد يسمح القياس الدقيق لسرعة تمدد الكون وكمية المادة، بتحديد ما إذا كان الكون سيتمدد إلى الأبد أو سينقبض.

مفردات فلكية

الوحدة الفلكية: هي متوسط المسافة بين الأرض والشمس - حوالي ١٥٠ مليون كيلومتر. وتُستعمل هذه الوحدة لقياس المسافات داخل النظام الشمسي.

الفيزياء الفلكية: هي دراسة التركيب الكيميائي للأجرام الفلكية ودراسة العمليات الفيزيائية التي تحدث في الفضاء.

الانفجار الكبير: هو الانفجار الذي يعتقد جميع الفلكيين تقريباً أنّه أنشأ الكون.

الثقب الأسود: هو جرم غير مرئي، نظراً إلى قوة جاذبيته الشديدة التي لا يستطيع أن يفلت منها شيء، حتى الضوء.

خط الاستواء السماوي: هو خط وهمي في السماء يمتدّ فوق خطّ استواء الأرض.

القطبان السماويان: هما نقطتان في السماء واقعتان فوق القطب الشمالي والقطب الجنوبي.

الكوزمولوجيا: هي دراسة تركيب الكون وتاريخه.

الميل الزاوي: هو البعد الزاوي لجرم سماوي شمالاً أو جنوباً من خطّ الاستواء السماوي.

السنة الضوئية: هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة - حوالي ٩,٤٦ ترليون كيلومتر. ويستخدم الفلكيون هذه الوحدة لقياس المسافات خارج النظام الشمسي.

القدر: هو قياس سطوع جرم سماوي. والقدر الظاهر هو سطوع جرم كما يُرى من الأرض. أمّا القدر المطلق فهو قياس مدى سطوع جرم ما، إذا كان على بعد ٣٢,٦ سنة ضوئية عن الأرض.

السديم: هو سحابة من الغاز والغبار بين النجوم. **النجم النيوتروني:** هو نجم صغير وبالغ الكثافة، يتألف بشكل رئيسي من نيوترونات مترابطة، أو ربما من جسيمات أولية تُعرف بالكوارك.

البولسار أو النجم النابض: هو نجم نيوتروني دوّار تتلفى منه الأرض دفعات منتظمة من الموجات الإشعاعية.

النجم الزائف: هو جرم يشبه النجم إلى حدّ بعيد، لكنّه يتميز بزحزحة حمراء هائلة. والنجوم الزائفة هي أبعد أجرام اكتُشفت في الكون حتى اليوم. وتطلق هذه الأجرام كميات هائلة من الطاقة.

الزحزحة الحمراء: هي زحزحة في طيف (نسق الألوان) الإشعاع الصادر عن جرم سماوي باتجاه الأطوال الموجية الطويلة. وفي القسم المرئي من الطيف، تكون الأطوال الموجية الطويلة حمراء اللون. ويشير وجود زحزحة حمراء إلى أنّ الجرم يبتعد عن الأرض.

المطلع المستقيم: هو بعد مكان في السماء إلى الشرق عن النقطة التي تقطع فيها الشمس خطّ الاستواء السماوي قرابة ٢١ آذار. ويُقاس المطلع المستقيم بالساعات. وتساوي ساعة واحدة زاوية من ١٥ درجة.

المراصد

في صباح ٢٤ شباط ١٩٨٧، رأى الفلكيون في مرصدين في التشيلي انفجاراً ضوئياً في السحابة الماجيلانية الكبرى، وهي مجرة قريبة من مجرتنا. وقد شكّل هذا النجم المنفجر، الذي أطلق عليه في ما بعد اسم «المُستعر الفائق ١٩٨٧ أ»، أول مستعر فائق معروف مرئي بالعين المجردة منذ سنة ١٦٠٤. وفي آلاف المراصد المنتشرة في أنحاء العالم، تجري مراقبة مثل هذه الظواهر الفلكية وقياسها وتحليلها بشكل دائم. وتعتبر المراصد الفلكية الموجهة إلى أجرام واقعة على مسافة كبيرة جداً من الأرض، أكثر أنواع المراصد انتشاراً. وتهتم مراصد أخرى، تُعرف بالمراصد الأرضية، بدراسة الطقس. وتدرس المراصد الجيوفيزيائية حركات قشرة الأرض. وسيرتكر هذا البحث على المراصد الفلكية.

تتراوح المراصد بين المرصد الفلكي اللاسلكي القوي و«مجموعته الكبيرة جداً» من جهة ومئات المراصد الصغيرة التي يملكها فلكيون هواة. إن الهدف من استعمال المراصد الفلكية هو جمع معلومات تسمح بالوصول إلى فهم أكبر لطبيعة الكون ومكوناته المختلفة.

ومن الأجرام السماوية الكثيرة التي ترصدها المراصد الفلكية نذكر الكواكب والنجوم والمذنبات والمجرات والنجوم الزائفة والشذم. ويسمح أبسط المراصد بإجراء رصد مفضل للنجوم التي قطع ضوءها الفضاء آلاف السنين قبل الوصول إلى الأرض. وتدرس أكبر المراصد حجماً وأكثرها تعقيداً الأجرام التي قطع ضوءها الفضاء مدة ١٠ مليارات سنة أو أكثر. ويستطيع بعض المراصد المتخصصة كشف أشكال من الإشعاع الغني بالطاقة، مثل أشعة جاما والأشعة السينية، من خارج الجو.

أنواع المراصد

يُجهز معظم المراصد لدراسة ظاهرة فلكية محددة. وهذا التخصص المرتكز على أنواع الأدوات المستعملة في المرصد هو أمر ضروري، نظراً إلى تنوع الأجسام الموجودة في الفضاء والمسافات الهائلة التي تفصل بينها ودرجات سطوعها المختلفة.

على سطح الأرض، يقوم الجو بامتصاص معظم الإشعاع المقبل من الفضاء أو عكسه أو كسره. ولا يصل إلى الأرض سوى الضوء المرئي والموجات الإشعاعية (الرادية). ونجد نوعين أساسيين من المراصد الأرضية التي تستعمل هذا الإشعاع المتوفر. تدرس المراصد البصرية الضوء المنبعث من الأجرام البعيدة، وتستقي المراصد الإشعاعية المعلومات من الموجات الإشعاعية (الرادية).

المراصد البصرية

إن معظم المراصد البصرية مصممة لدراسة الأجرام الفضائية الواقعة خارج النظام الشمسي. وتشمل هذه الأجرام النجوم والشذم الغازية التي تحيط بها والمجرات البعيدة والنجوم الزائفة الغامضة والانفجارات الهائلة التي تحدث في مراكز المجرات. وللمراقبة هذه الأجسام البعيدة، يجب جمع كمية هائلة من الضوء. ويحل معظم المراصد البصرية هذه المشكلة باستعمال مقارب (تلسكوبات) عاكسة كبيرة، إذ أنه يمكن تكبير مراهاة أكثر بكثير من العدسات في المقارب الانكسارية.

وتُجهز المراصد البصرية بأدوات أخرى تحلّ أو

تضخم الضوء الذي تتلقاه مقارب عاكسة ضخمة. ومن هذه الأدوات نذكر مرصّة الطيف، التي تقسم الضوء إلى الألوان التي تولّقه، ما يسمح للفلكيين بتحديد تركيب النجوم والمجرات وحرركاتها.

وبالرغم من أن الكثير من المراصد لا يزال يختص فترات لالتقاط الصور عبر المقارب، حيث قد تصل مدّة التعريض إلى عدّة ساعات، فإنّ المزيد من الأبحاث تُجرى باستعمال جهاز إلكتروني يُدعى الجهاز المتقارن الشحنات (Charge Coupled Device (CCD). ويكون هذا الشكل من آلة التصوير التلفزيوني أكثر حساسية للضوء من الألواح الفوتوغرافية. وتساعد أيضاً أنظمة كمبيوتر متقدمة، تقع في الغالب على بعد كيلومترات من المرصد، في تحليل وتفسير الصور التي تُجمع من المقارب وغيرها من الأدوات. ويرتكر عدد قليل نسبياً من المراصد على دراسة الأجسام الواقعة ضمن النظام الشمسي، مثل الكواكب والأقمار والكويكبات. وفي رصد هذه الأجرام الأقرب إلى الأرض والأكثر سطوعاً، تطوي الإيضاحية قدرة العدسة على إعطاء صورة واضحة على أهمية أكبر من قدرة المقارب على جمع الضوء. وبالتالي فإن الكثير من هذه المراصد يستعمل مقارب انكسارية.

ويشكّل المرصد الشمسي نوعاً ثالثاً من المراصد البصرية. فغالباً إلى سطوع الشمس الهائل، يجب أن تحتوي المراصد التي تدرس النجم الأقرب إلى الأرض على أجهزة قادرة على تحمّل إشعاعات شديدة جداً. ويقوم المقارب الشمسي روبرت ر. ماك ماث، في مرصد كيب بيك القومي في ولاية أريزونا الأميركية، بتركيز ضوء الشمس على طول نفق طويل مائل يقوده تحت الأرض حيث يُستعمل الضوء المرشح، إلى حد بعيد، لإعطاء صور مفصلة لجو الشمس المتغير بشكل سريع. ولدراسة الجو الخارجي للشمس، أو هالة الشمس، يُستعمل جهاز خاص يحجب الضوء الرئيسي لقرص الشمس، ما يسمح بمراقبة الهالة الأقل سطوعاً.

المراصد الإشعاعية

تميل المراصد الإشعاعية إلى أن تكون أقل تخصصاً، إلى حد ما، من المراصد البصرية. ويمكن استعمال مركز المقارب (التلسكوب) الإشعاعي لوضع خرائط بالرادار للكواكب في النظام الشمسي، أو لإجراء دراسة مفصلة للنجوم الزائفة البعيدة التي تقع على مسافة مليارات السنوات الضوئية. وبما أن الموجات الإشعاعية تدخل الغبار المظلم الذي يمتصّ الضوء، فإن الكثير من الأجسام التي لا يمكن رؤيتها بالمقارب البصرية تُدرس بسهولة بالمراصد الإشعاعية. وتُستعمل أجهزة الكمبيوتر في الكثير من الأحوال لمعالجة الإشارات التي تتلقاها المقارب الإشعاعية، فتحولها إلى صور مفيدة يمكن للفلكيين دراستها.

ونظراً إلى أن للموجات الإشعاعية (الرادية) أطوالاً موجية أكبر من الموجات الضوئية، تكون المقارب الإشعاعية أكبر بكثير من المقارب البصرية. ونجد أكبر هوائي إشعاعي منفرد في العالم في أريسيبو في بورتوريكو. ويبلغ قطر هذا الهوائي ٣٠٥ أمتار، وهو ميلاً وادياً كاملاً.

عن طريق وصل المقارب الإشعاعية المنفردة إلكترونياً، خلق الفلكيون شبكات تعمل كمقارب

واحد قوي جداً. تُعرف هذه الشبكات بمقاييس التداخل، ويمكن أن تكون في مرصد واحد، كما هي الحال مع «المجموعة الكبيرة جداً» في سوكورو في ولاية نيو مكسيكو الأميركية، أو تشمل عدّة مراصد إشعاعية مختلفة على قارّات مختلفة. ومقاييس التداخل القاعدية الطويلة جداً هي في الحقيقة أدوات على قياس الكوكب يخلقها التعاون بين ستة مراصد أو أكثر، ويمكنها إعطاء تفاصيل دقيقة جداً.

مواقع المراصد

تقع المراصد البصرية عموماً على قمم الجبال المنعزلة نسبياً. وتكون هذه المواقع مناسبة جداً لإقامة المراصد، نظراً إلى أن امتصاص الضوء وتداخله في الجو وعدم الاستقرار الجوي تكون جميعها في حدّها الأدنى في المرتفعات العالية. إضافة إلى ذلك، فإن المراصد البصرية توضع عموماً بعيداً عن أية مصادر اصطناعية للضوء، فالضوء من مصابيح الشوارع ولافتات النيون، مثلاً، يمكن أن يشوّش الصفائح الفوتوغرافية الحساسة. ويتم اختيار المواقع عادة وفقاً لعدد الليالي الصافية.

وبما أن الموجات الإشعاعية (الرادية) تخترق الغيوم، فمن الأسهل إيجاد مواقع مناسبة للمراصد الإشعاعية. إلا أن بخار الماء يمكن أن يمتصّ بعض ترددات الموجات الإشعاعية، ويمكن أن تؤدي مصادر الموجات الإشعاعية التي يصنعها الإنسان إلى إجراء تقديرات غير صحيحة للموجات الإشعاعية المقبلة من الفضاء الخارجي. لذا تُفضّل إقامة هذه المراصد في مواقع منعزلة وجافة.

المراصد الفضائية

يصدّ جو الأرض الأشعة السينية (أشعة إكس) وأشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية ومعظم الأشعة تحت الحمراء من المصادر البعيدة. وللتمكن من مشاهدة هذه الأجزاء من الطيف الضوئي، وضعت مراصد في الفضاء. وتستطيع الأجهزة الموضوعة في أقمار مدارية تحليل المعطيات التي تُرسل إلى محطات إشعاعية على الأرض.

قام مرصد أينشتاين الفلكي المداري لالتقاط الأشعة السينية، الذي تمّ إطلاقه سنة ١٩٧٨، والقمر الفلكي لالتقاط الأشعة تحت الحمراء، الذي تمّ إطلاقه سنة ١٩٨٣، بكشف ظواهر جديدة للعلماء، وسماحهم بإجراء اكتشافات هائلة. وفي ٢٤ نيسان ١٩٩٠، أطلقت ناسا مرصداً مدارياً آخر هو تلسكوب هابل الفضائي. وبالرغم من المشاكل الكبيرة التي حدثت في المرأة الرئيسية لتلسكوب هابل الفضائي، فقد سمح التلسكوب بمشاهدة الأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية، وميّز بين معالم شديدة التقارب على أجرام بعيدة. وأطلق مرصد أشعة جاما في ٧ نيسان سنة ١٩٩١ لدراسة أشعة جاما التي تطلقها النجوم المتصادمة أو المنفجرة والمستعرات الفائقة Supernovas والنيولسارات والنجوم الزائفة والنقوب السوداء. وقد أطلقت ناسا منشأ الفيزياء الفلكية المتقدم للأشعة السينية سنة ١٩٩٨، ويتوقع إطلاق منشأ التلسكوب الفضائي للأشعة تحت الحمراء في عام ٢٠٠٠.

التاريخ والتطورات المستقبلية

تعود الوثائق المكتوبة التي تفيد بخسوفات القمر وبمراقبة كوكب الزهرة إلى سنة ٢٠٠٠ قبل الميلاد

في بلاد ما بين النهرين. وقد تألّفت المراصد الأولى من تجهيزات ميكانيكية بسيطة نسبياً استُعملت لقياس اتجاه حركة الأجرام السماوية والمسافة التي تفصلها عن الأرض. وبمرور القرون، جرى اختراع معدّات أكثر تطوراً، مثل الأسطرلاب. والأسطرلاب هو قرص يُقسّم حروفه إلى درجات من الدائرة ويحمل مؤشرات متحركة. وقد استُعمل الأسطرلاب لتحديد المسافة الزاوية بين نقاط في السماء، ولمقارنة مواقع الكواكب أو القمر مع النجوم الثابتة.

مع تطوّر التجارة الطويلة المدى في حوض المتوسط وفي ما بعد في الصين، أصبح الإبحار عن طريق الاستداه بالنجوم أمراً ضرورياً. وكانت المشاهدات الفلكية الدقيقة مفيدة جداً للجماعات الزراعية في مصر القديمة. فقد استُعمل بزوغ الزهرة لتخطيط فترات الزرع والحصاد. وقد ساهم أيضاً علم التنجيم، حيث يُعتقد أن حركة الكواكب تؤثر على حياة الإنسان، في إثارة الاهتمام بالأجرام السماوية.

على رغم أن بلاد ما بين النهرين والصين والدول العربية قد ساهمت في تطوّر علم الفلك بإقامة مراصد، فإن حاجة الدول الأوروبية التي قام اقتصادها على التجارة في القرنين السادس عشر والسابع عشر إلى أدوات ملاحظة دقيقة، قد شكّلت الدافع الأساسي لتطوير علم الفلك. ومع اختراع التلسكوب، في بداية القرن السابع عشر، أصبح من الممكن القيام برصد فلكي دقيق. وقد أسس أول مرصد حديث، وهو مرصد جرينتش الملكي في لندن، سنة ١٦٧٥، بأمر من شارلز الثاني ملك إنجلترا بهدف تطوير وسائل الملاحظة الدقيقة ووسائل ضبط الوقت، ويُستعمل أيضاً المرصد اليوم لوضع خرائط بمواقع النجوم، ويشتهر بإصدار «الروزنامة البحرية».

وبين أواسط وأواخر القرن التاسع عشر، ومع تطوّر أدوات الملاحظة وضبط الوقت، بدأت المراصد تسعى إلى الحصول على معلومات فلكية ليس لها تطبيقات عملية مباشرة. وكان السواد الأعظم من هذه المراصد ممولاً من القطاع الخاص، وذلك من أفراد أثرياء أو من الجامعات. وقد بنت الجامعات، في وقتنا الحاضر، بعضاً من أكبر التلسكوبات في العالم، مثل تلسكوب كيك التابع لجامعة كاليفورنيا في بركلي ومعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا. وقد أنشأت الحكومات بعض المراصد الكبيرة مثل المراصد الفلكية البصرية القومية والمراصد الفلكية الإشعاعية القومية في الولايات المتحدة.

في أواسط الثمانينات من القرن العشرين، وضعت عدّة خطط لإنشاء مراصد جديدة. إن فكرة جمع الضوء من أكثر من عاكسة واحدة، التي طُبقت للمرة الأولى في التلسكوب المتعدد المرايا التابع لمؤسسة سميثسونيان، قد استُعملت بشكل متطور أكثر في تلسكوب التكنولوجيا الجديدة القومي الأميركي الذي صُمم لجمع أربع مرايا كبيرة بقياس ٧٦٢ سنتيمتراً لكل واحدة، للحصول على قوة معادلة لقوة تلسكوب بقياس ١٥٢٤ سنتيمتراً. وقد صُمم هذا التلسكوب بحيث تفوق قدرته على جمع الضوء قدرة تلسكوبات مرصد بالومار بعشرة أضعاف. وهناك خطط أيضاً لإنشاء مقاييس تداخل بصرية، تقوم على مبادئ مقاييس التداخل الإشعاعية نفسها. ومع التقدّم المتواصل في التكنولوجيا الإلكترونية، يُتوقع أن تؤدي معادلة تآلؤ الجو إلى تحسين المراصد القائمة على سطح الأرض.

بدأ في هذا المرصد العمل بأول تلسكوب راديوي عملاق، وذلك في العام ١٩٥٧. وهذا التلسكوب مزود بصحن عاكس يقطر ٧٦,٢ م يركز موجات الراديو على هوائي مركّز في وسط الصحن. ويعمل فلكيو المرصد اليوم على دراسة الإشعاعات الراديوية الصادرة من أجرام سماوية تستقى منابع راديوية نابضة، إضافة إلى دراسة الغازات والغبار في المجرات. وبمساعدة شبكة تلسكوبات راديوية تستقى ميرلين، وهو اختصار لشبكة مقياس التداخل الراديوية المترابطة متعددة العناصر، تمكّن العلماء العاملون في المرصد من تحديد بنية المصادر الراديوية، بما فيها المجرات البعيدة والأجرام المضيفة المسماة النجوم الزائفة.



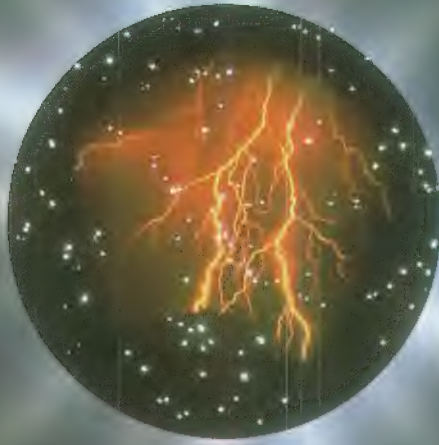
الثقب الأسود

يعتقد العلماء أنّ بعض المناطق في الفضاء يسلط جاذبية قويّة جداً بحيث يعمل كمكانس كهربائية عملاقة تسحب أيّ مادة تقترب منها. وتُسحق المادّة - سواء كانت مذنباً أو كوكباً أو سحابة من الغاز - إلى كثافة لامتناهية وتختفي إلى الأبد. وتكون قوّة الجاذبية قويّة جداً حتّى أنّها تسحب الزمن والحيز، فتبطيء الزمن وتمتدّد الحيز. ولا يمكن حتى للضوء الإفلات من قوّة الجذب الهائلة التي تسلطها هذه المناطق، فتكون بالتالي سوداء وغير مرئية. وقد أطلق الفيزيائيّ الأميركيّ جون ويلر اسم الثقوب السوداء على هذه الفراغات أو الفجوات الداكنة الملتهمّة للمادّة.

تبدو الثقوب السوداء أقرب إلى الخيال العلميّ منها إلى الواقع. والحقيقة هي أنّ فكرة الثقوب السوداء وُلدت في خيال الفيزيائيّين النظريّين، ولم تُثبت صحتها إلى الآن باكتشاف حاسم لثقب أسود فعليّ. ولكن منذ سنة ١٩١٥، عندما وضع ألبرت أينشتاين نظريّته حول النسبيّة، عرف العلماء بإمكانية وجود الثقوب السوداء.

أثبتت نظريّة أينشتاين أنّه في حال أصبحت الجاذبية قويّة بشكل كاف، فإنّها تجرّد الضوء من كلّ طاقته، وتحتجزه مثلما تحتجز جوّ الكواكب. ولكن، لكي تكون الجاذبية بهذه القوّة يجب أن يكون مصدرها جسمًا شديد الكثافة، أي أن يكون ذا كتلة كبيرة جداً مضغوطة في حيز صغير جداً. في سنة ١٩١٦، حسب الفلكيّ الألمانيّ كارل شفارشيلد درجة الانضغاط التي يجب أن يبلغها النجم لكي تحتجز جاذبيّته الضوء. ووفقاً لحسابات شفارشيلد، يجب أن ينكمش نجم بحجم الشمس (بقطر ١,٣٩٢,٠٠٠ كيلومتر) بحيث يصبح قطره أقلّ من ٣ كيلومترات حتى يتمكن من احتجاز الضوء.

في سنة ١٩٣٩، اكتشف الفلكيّان الأميركيّان ج. روبرت أوبنهايمر وهارتلاند س. سنايدر أنّه يمكن لنجوم أكبر من الشمس بكثير أن

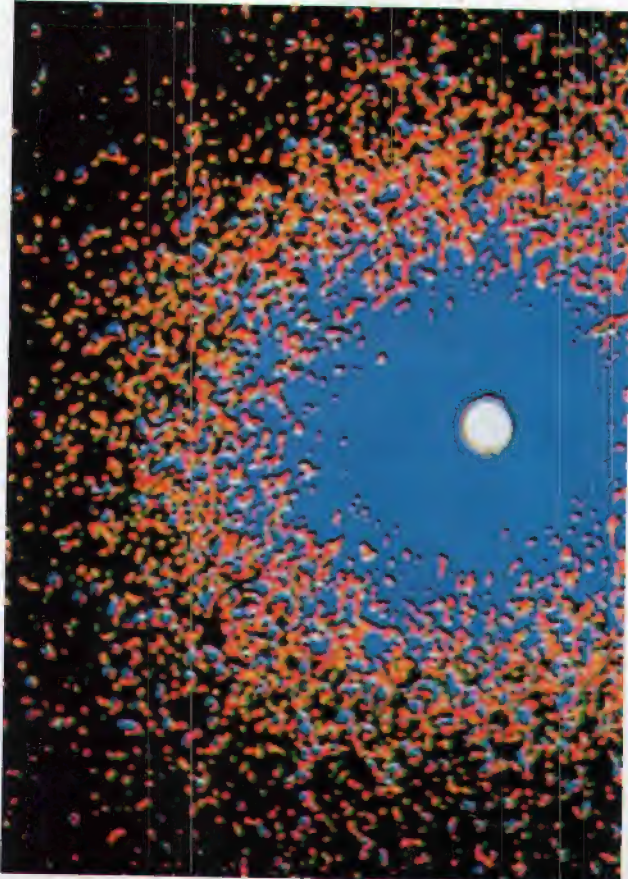


البرق في الفجوة السوداء، كما صورتها إحدى المركبات الفضائية

تفوق كتلة الشمس بثلاثة ملايين ضعف، في مجرّة قريبة. ونظراً إلى أنّ الثقوب السوداء هي أجرام غير مرئية، فإنّ الفلكيّين يحاولون تعيين مواقعها بمراقبة تأثيراتها. فالمادّة التي تتحرّك ملتفتةً كالدوامة باتجاه مركز الثقب الأسود لا بدّ أن تطلق أشعّة سينيّة سريعة التذبذب وقابلة للكشف. وفي سنة ١٩٦٥، شاهد عدد من الفلكيّين

ابتعاثات قويّة من الأشعّة السينيّة تنطلق من كوكبة الدجاجة، على مسافة ١٠,٠٠٠ سنة ضوئية تقريباً. وفي سنة ١٩٧١، حدّد أول قمر اصطناعيّ في العالم لكشف الأشعّة السينيّة مصدر هذه الأشعّة السينيّة، وهو جسم غير مرئيّ ذو كتلة كبيرة جداً أطلق عليه الفلكيّون اسم الدجاجة Cygnus X-1. وقد يكون هذا الجرم أول ثقب أسود تمّ التعرف إليه.

الفجوة السوداء في مركز المجرة M87، كما صورتها تلسكوب هابل



تصبح بمثل هذا الحجم الصغير. وتبقى النجوم طوال القسم الأكبر من حياتها في حجم ثابت لأنها تشهد توازناً في القوى: تقوم الحرارة التي يولدها احتراق الوقود بتمديد النجم باتجاه الخارج، فيما تجذبه قوّة الجاذبية باتجاه المركز. وفي مآل الأمر، وبعد مرور بلايين السنين، يستنفد النجم وقوده النوويّ، وينهار تحت وزنه الخاص. وقد أثبت أوبنهايمر وسنايدر أنّه عندما تكون كتلة النجم أكبر من ٣,٢ أضعاف كتلة الشمس، لا شيء يمكنه إيقاف الانهيار.

ويقول العلماء إنّ المجرة التي توجد فيها الأرض - مجرّة درب اللبانة - تشتمل ربما على ١٠٠ مليون ثقب أسود من مخلفات النجوم المتداعية. وفي سنة ١٩٩٠، حصل التلسكوب اللاسلكيّ المعروف بـ«المجموعة الكبيرة جداً» (في ولاية نيو مكسيكو الأميركيّة) على صور مفصّلة لمركز درب اللبانة تُظهر انفجارات هائلة من الطاقة. ويعتقد بعض العلماء أنّ هذا يؤكّد وجود ثقب أسود في مركز درب اللبانة، له كتلة تفوق كتلة الشمس بأربعة ملايين ضعف. ووجد العلماء الذين استعملوا تلسكوب هابل الفضائيّ في سنة ١٩٩٢، علامات مشجّعة على وجود ثقب أسود، له كتلة

المجرة

المجرة نظام من النجوم والغاز والغبار المتماصة بفضل الجاذبية. وتتبع المجرات في أنحاء الكون. يتراوح قطر المجرات بين بضعة آلاف السنوات الضوئية ونصف مليون سنة ضوئية. والسنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، أي حوالي ٩,٤٦ ترليون كيلومتر. وتحتوي المجرات الكبيرة على أكثر من ترليون نجم، فيما تحتوي المجرات الصغيرة على أقل من بليون نجم بقليل.

صُوِّرَ الفلكيون ملايين المجرات بواسطة التلسكوبات. ويقدر أن هنالك حوالي ١٠٠ بليون مجرة في الكون المعروف.

يقع النظام الشمسي في مجرة تدعى درب اللبانة، في وسط المسافة بين مركز هذه المجرة وطرفها. ولا يمكن رؤية سوى ثلاث مجرات فقط غير درب اللبانة من الأرض من دون استخدام التلسكوب. وتبدو هذه المجرات كبقع ضوئية صغيرة وضبابية. ويمكن أن يرى الناس في نصف الكرة الشمالي مجرة أندروميذا The Andromeda Galaxy، التي تبعد عنا مليوني سنة ضوئية تقريباً. ويمكن أن يرى الناس في نصف الكرة الجنوبي، السحابيتين الماجيلايتين الكبيرى والصغرى، اللتين تبعدان عنا نحو ١٦٠,٠٠٠ و ١٨٠,٠٠٠ سنة ضوئية.

تتوزع المجرات في الكون على نحو غير منتظم. ويوجد بعض المجرات بمفرده في الفضاء، لكن معظمها يتجمع في مجموعات مجرية. ويتراوح حجم هذه المجموعات بين بضعة عشرات المجرات وعدة آلاف منها.

أنواع المجرات

هنالك نوعان رئيسيان من المجرات: المجرات اللولبية والمجرات الإهليلجية. وللمجرة اللولبية شكل قرص يحمل انتفاخاً في مركزه. ويشبه القرص دولاب مركزي. له أذرع لولبية ساطعة تنبسط من الانتفاخ المركزي. وتنتمي درب اللبانة إلى هذا النوع من المجرات. أما المجرات الإهليلجية فتتراوح من حيث الشكل بين كرات شبه تامة وكرات مفلطحة. ويكون الضوء المنبعث من المجرة الإهليلجية في أقصى سطوعه في مركز المجرة، ويخف تدريجياً مع الابتعاد عن المركز. تدور جميع المجرات اللولبية. وقد يدور أيضاً بعض المجرات الإهليلجية، ولكن ببطء أكثر من المجرات اللولبية. وتظهر المشاهدات أن نجوماً جديدة تتكون باستمرار من الغاز والغبار الموجود في المجرات اللولبية. وتحتوي المجرات الإهليلجية على كمية من الغبار والغاز أقل، إلى حد بعيد، من الكمية الموجودة في المجرات اللولبية، لذلك فإنها لا تشهد تكوين نجوم جديدة.

دراسة المجرات

تطلق المجرات أشكالاً عدة من الإشعاع، منها الأنواع الرئيسية من الموجات الكهرومغناطيسية. وهذه الموجات هي من أطولها إلى أقصرها: الموجات الإشعاعية (الراديوية)، والموجات تحت الحمراء، والضوء المرئي، والأشعة فوق البنفسجية، والأشعة السينية (أشعة إكس)، وأشعة جاما. ويدرس الفلكيون هذا الإشعاع بواسطة تلسكوبات بصرية ولاسلكية وأدوات أخرى. ويقدر الفلكيون بُعد المجرة وحركتها بقياس الزحزحة الحمراء في طيفها. والزحزحة الحمراء هي استطالة ظاهرية للموجات الكهرومغناطيسية التي يبعثها جسم يبتعد عن الأرض. ويمكن رؤية الزحزحة الحمراء عندما ينقسم الضوء الصادر عن المجرة إلى شريط من الألوان، يُعرف

المجرة الزرقاء

في نظام القياس المعتاد، يقيس المهندسون الإضاءة بوحدة تُعرف بالقدم شمعة. وتنتج إضاءة من قدم شمعة واحد عن لومن واحد من الضوء يشع على مساحة من قدم مربع واحد. ويستعمل النظام المترى وحدة تُعرف بـ«اللوكس» Lux^(١). وتنتج إضاءة من لكس واحد عن لومن واحد من الضوء يسقط على مساحة من متر مربع واحد.

وتتغير شدة الضوء الساقط على سطح معين عكسياً مع مربع المسافة بين المصدر والسطح. أي إنه عندما تزيد المسافة، تخف الإضاءة بمربع المسافة.

وتُعرف هذه العلاقة بقانون التربيع العكسي. إذا نُقل سطح، يتلقى لكساً واحداً من الضوء من مسافة متر واحد عن المصدر إلى مسافة مترين، فسوف يتلقى السطح ١/٤ لكس (١/٢ مربع) من الضوء. ويحدث هذا لأن الضوء ينتشر من مصدره.

سرعة الضوء

قد يبدو أن الضوء يقطع الغرفة لحظة رفع ستار النافذة، لكنه يحتاج في الواقع إلى بعض الوقت ليقطع أية مسافة كانت. وتبلغ سرعة الضوء في الفضاء الفارغ - حيث لا تعيق الذرات سيره - ٢٩٩,٧٩٢ كيلومتراً في الثانية. ويُقال إن هذه السرعة هي ثابتة لأنها لا تتوقف على حركة مصدر الضوء. فعلى سبيل المثال، إن الضوء الذي يُطلقه مصباح كهربائي يتحرك بسرعة، يسير بالسرعة نفسها التي يسير بها الضوء الذي يطلقه مصباح كهربائي غير متحرك؛ ولا يعرف العلماء سبب هذه الظاهرة، لكنها إحدى ركائز نظرية النسبية التي جاء بها أينشتاين.

منذ أقدم العصور، والناس يتناقشون في ما إذا كان الضوء محدوداً أو غير محدود. وفي أوائل القرن السابع عشر، أجرى الفيزيائي الإيطالي جاليليو تجربة لقياس سرعة الضوء وإنهاء الجدل. فأرسل جاليليو

سطوع الضوء

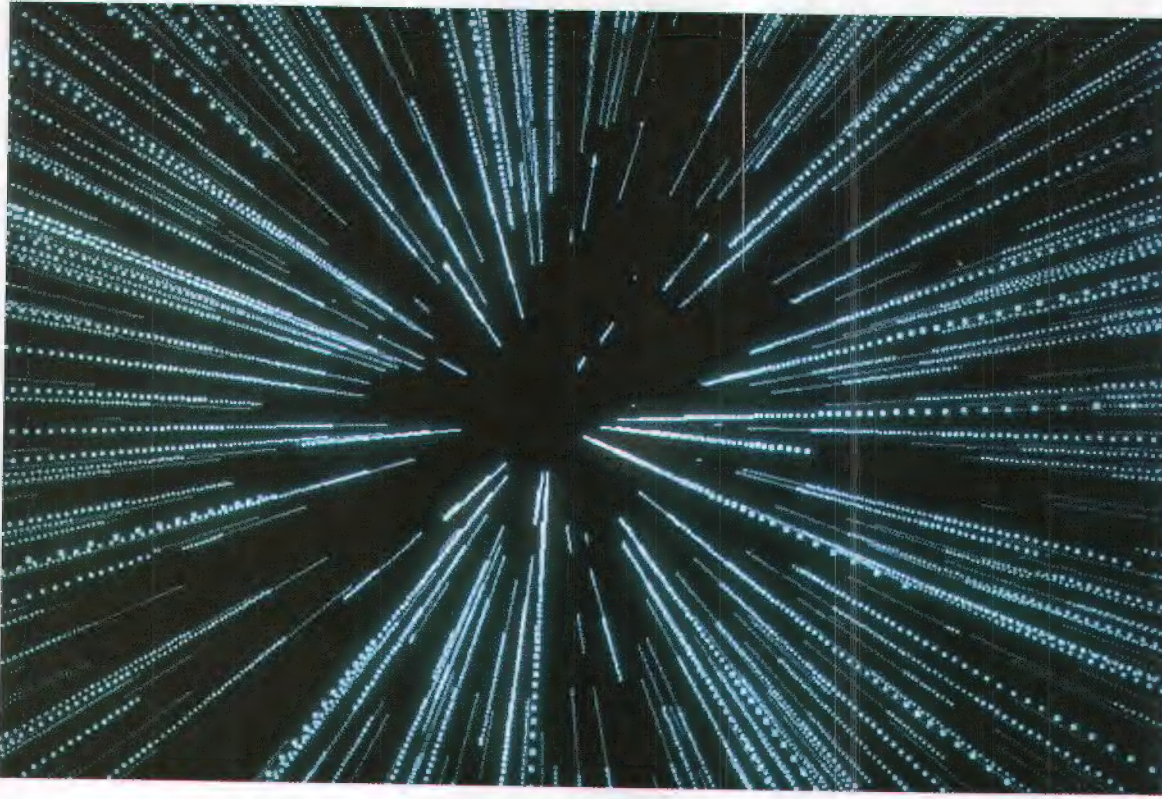
يستعمل العلماء وحدات مختلفة لقياس سطوع مصدر الضوء وكمية الطاقة في حزمة من الضوء مقبلة من ذلك المصدر.

تُعرف كمية الضوء التي يولدها أي مصدر للضوء بشدة ضيائية ذلك المصدر. والوحدة المعيارية المستعملة لقياس شدة الضيائية هي الشمعة. ولستين عذبة، استعملت شدة الضيائية الناتجة عن شمعة من حجم معين، مصنوعة من زيت العنبر (نوع من زيت الحيتان)، كمعيار لهذه الوحدة. إلا أن تلك الشمعة المصنوعة من زيت العنبر لم تشكل معياراً سهلاً الاستعمال لقياس الضوء. وتُحدد اليوم الشمعة بأنها كمية الضوء التي يطلقها مصدر يبت بتردد محدد (٥٤٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ هرتز) وبشدة محدّدة (١/٦٨٣ واط في وحدة مساحة تدعى الزاوية نصف القطر الجشمة).

ولا تبيّن شدة مصدر الضوء بالشمعات مدى سطوع الضوء، عند وصوله إلى سطح جسم معين ككتاب أو طاولة مثلاً. وقبل أن تتمكن من قياس الإضاءة (الضوء الساقط على سطح معين)، يجب أن نقيس الضوء الذي يقطع الفضاء بين المصدر والجسم الذي يسقط عليه. ويمكننا قياس الشعاع الضوئي بوحدة تُعرف بـ«اللومن»^(١) Lumen. ولمعرفة كيفية قياس اللومن، تصوّر مصدراً للضوء موضوعاً في مركز كرة فارغة. وعلى السطح الداخلي للكرة، تُحدد منطقة مساوية لمربع شعاع الكرة. فعلى سبيل المثال، إذا كان طول الشعاع ٣٠ سنتيمتراً، تكون مساحة المنطقة المحددة ٣٠ سنتيمتراً مربعاً. وإذا كانت الشدة الضيائية لمصدر ضوء معين مساوية لشمعة واحدة، تتلقى المنطقة المحددة تدفقاً ضوئياً (نسبة الضوء الساقطة عليه) من لومن واحد.

(١) اللومن: وحدة لقياس تدفق الضوء.

(٢) اللوكس: وحدة إضاءة تعادل لومناً واحداً في المتر المربع.



سرعة الضوء

من نجوم زرقاء حارة شديدة الضيائية وحديثة التكوين، تحيط بها غيوم متوهجة من الغاز. ونظراً إلى أنه لا يمكن رؤية السحابتين الماجيلانيّتين إلا في نصف الكرة الجنوبيّ، فقد ظلّت هاتان المجرتان مجهولتين لدى الفلكيين، في نصف الكرة الشماليّ. وقد شوهدت المجرتان للمرة الأولى، في أوائل القرن السادس عشر، خلال رحلة المستكشف البرتغالي فرديناند ماجيلان حول العالم، وقد أُعطيتا اسمه. ولكنّ الفلكيين لم يكتشفوا أنّ السحابتين هما في الواقع مجرتان خارج درب اللبنة إلا في أوائل القرن العشرين.

ويصنّف الفلكيون السحابتين الماجيلانيّتين كمجرتين غير منتظمتين لأنّ توزيع النجوم فيهما لا يتبع نمطاً محدداً. وتحتوي السحابتان الماجيلانيّتان على بلايين النجوم، ولكن لا يمكن تمييز النجوم المنفردة إلا بأقوى التلسكوبات. وبالتالي فإنّ المجرتين تبدوان ضبابيتين بالعين المجردة. وتحتوي السحابتان الماجيلانيّتان أيضاً على كمية هائلة من الغاز. وتتكوّن نجوم جديدة بشكل متواصل من هذا الغاز، الذي يتألف بشكل رئيسيّ من الهيدروجين. وإضافة إلى ذلك، فإنّ قسماً كبيراً من الضوء القادم من السحابتين الماجيلانيّتين يصدر

السحابتان الماجيلانيّتان

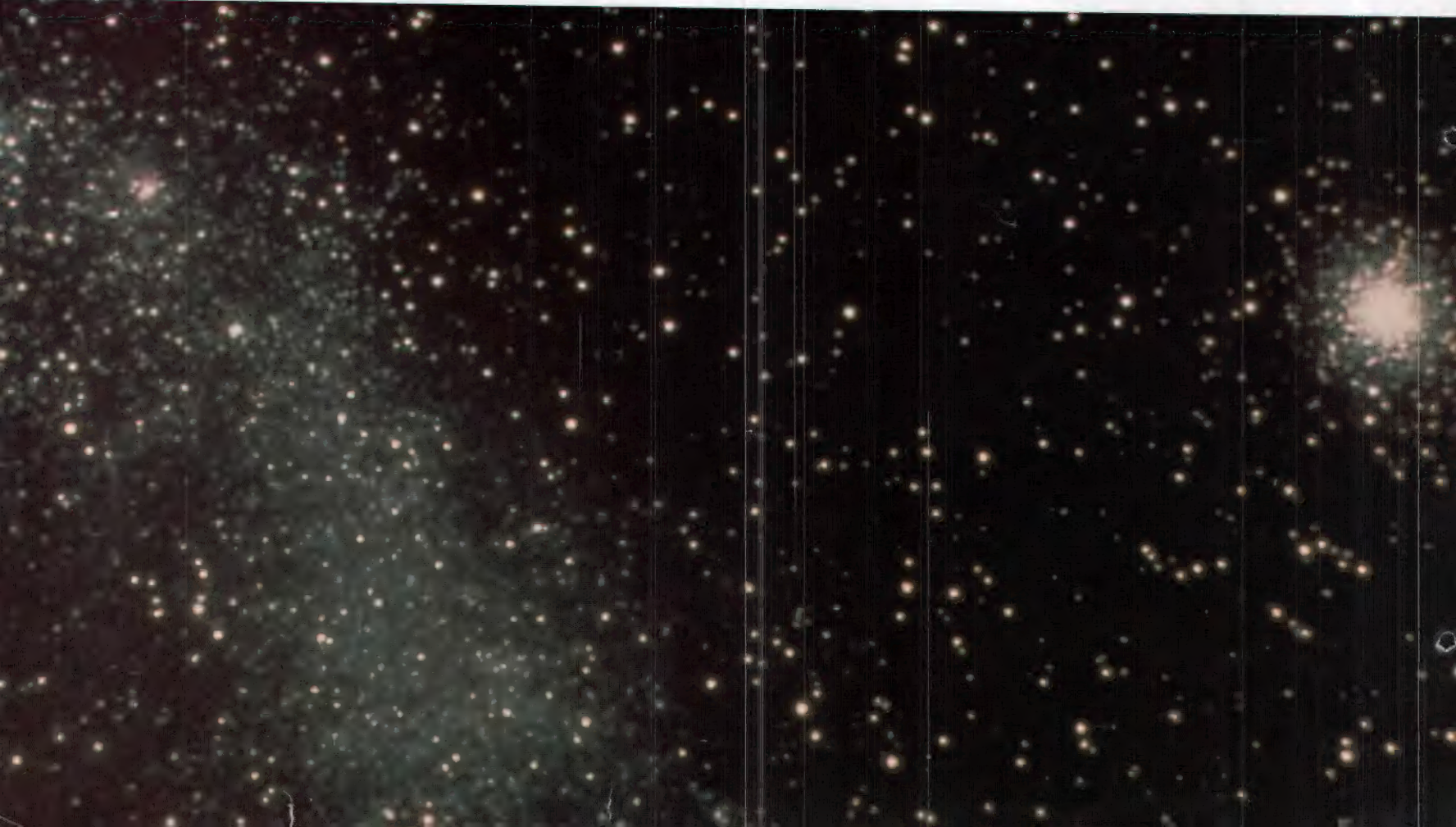
السحابتان الماجيلانيّتان هما مجرتان تظهران في سماء نصف الكرة الجنوبيّ كبقعيتين صغيرتين وضبابيتين من الضوء. وهما أقرب مجرتين إلى درب اللبنة، المجرة التي تحتوي على الشمس والأرض وباقي نظامنا الشمسيّ. وتبعد السحابة الماجيلانيّة الكبرى حوالي ١٦٠,٠٠٠ سنة ضوئية عن الأرض، فيما تبعد السحابة الماجيلانيّة الصغرى حوالي ١٨٠,٠٠٠ سنة ضوئية. والسنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة - حوالي ٩,٤٦ ترليون كيلومتر.

السحابتان الماجيلانيّتان

مساعدته إلى ثلّة بعيدة، وأوصاه بفتح مصراع مصباح يحمله، ما أن يرى جاليليو النواقف على ثلّة أخرى يفتح مصراع مصباحه. واعتبر جاليليو أنّه، نظراً إلى كونه يعرف المسافة التي تفصل بين الثلّتين، فسيتمكن من إيجاد سرعة الضوء بقياس الوقت المنصرم بين فتح مصراع مصباحه ورؤيته ضوء المصباح الثاني. كان تفكير جاليليو سليماً، لكنّ التجربة فشلت. فسرعة الضوء كبيرة جداً، بحيث أنّه لم يستطع قياس الوقت القصير الذي استغرقته العملية.

حوالي سنة ١٦٧٥، وجد الفلكيّ الدانماركي أولاولوس رومر دليلاً يثبت أنّ الضوء يسير بسرعة محدودة. فأتى عمله في باريس، لاحظ أنّ الفترات بين اختفاء بعض أقمار المشتري وراء الكوكب، تتغير مع تغيّر المسافة بين المشتري والأرض. وبالتالي، فقد أدرك رومر أنّ سرعة الضوء المحدودة هي السبب في تغيّر الفترات. وأظهرت مشاهدات رومر أنّ الضوء يسير بسرعة ٢٢٦,٠٠٠ كيلومتر في الثانية. ويتتعد هذا الرقم بنسبة ٢٥٪ عن السرعة الحقيقية.

وفي سنة ١٩٢٦، أجرى الفيزيائيّ الأميركيّ ألبرت أ. ميتشلسون أحد أولى القياسات الدقيقة لسرعة الضوء. فاستعمل مرآة سريعة الدوران تعكس شعاعاً ضوئياً إلى عاكسة بعيدة. ثمّ تعكس المرآة الدوّارة من جديد الشعاع باتجاه المراقب. وقد ضبط ميتشلسون سرعة دوران المرآة، بحيث تدور المرآة إلى الزاوية المطلوبة خلال الوقت الذي يحتاجه الضوء للوصول إلى العاكسة، ثمّ العودة. وبالتالي، فقد أظهرت سرعة المرآة سرعة الضوء. وقد استعمل ميتشلسون في الحقيقة عدّة مرايا على أسطوانة، بحيث تكون الزاوية التي تقطعها الأسطوانة خلال ذهاب الضوء وإيابه، صغيرة. ووجد ميتشلسون أنّ سرعة الضوء تساوي ٢٩٩,٧٩٦ كيلومتراً في الثانية. وكان لهذا القياس مجال محتمل للخطأ، لا يتجاوز ٤ كيلومترات في الثانية.



السديم

السديم سحابة من الغبار والغازات منتشرة في الفضاء. وقد استعمل الفلكيون القدامى هذا التعبير أيضاً لوصف المجرات البعيدة، غير المجرة التي توجد فيها الأرض (مجرة درب اللبانة). وقد بدت لهم هذه المجرات المعروفة بـ«السدم خارج المجرة» كبقع ضوئية ضبابية موزعة بين النجوم. لكنّ التلسكوبات الحديثة أظهرت أنّ السدم خارج المجرة هي في الواقع أنظمة من النجوم شبيهة بدرب اللبانة.

ويستعمل معظم الفلكيين اليوم تعبير سدم لشحب الغبار والغاز الموجودة في درب اللبانة وغيرها من المجرات. ويصنفون هذه الكتل في نوعين أساسيين: السدم المنتشرة والسدم الكوكبية. ويُعرف أيضاً كلا النوعين بالسدم الغازية.

السدم المنتشرة

السدم المنتشرة هي أكبر النوعين. ويحتوي بعض السدم المنتشرة على ما يكفي من الغبار والغازات لتكوين حتى ١٠٠,٠٠٠ نجم بحجم الشمس. ويمكن أن يظهر السديم المنتشر قرب نجم شديد السطوع والحرارة، فالأشعة تحت البنفسجية القوية التي يطلقها النجم، تزود ذرات الغاز في السديم بالطاقة، وتسمح للكتلة بإشعاع الضوء. ويُعرف السديم المنتشر من هذا النوع بالسديم الإنبعاثي. ويعتقد الفلكيون أنّ بعض السدم الإنبعاثية هو أماكن تتكوّن فيها النجوم الجديدة. وتؤدي قوة الجاذبية إلى انقباض جزء من غبار السديم وغازاته إلى كتلة أصغر، وأكثر كثافة. فيرتفع الضغط ودرجة الحرارة تدريجياً داخل كتلة الغبار والغازات مع استمرار الانقباض طوال ملايين السنين. ومع الوقت، تصبح الكتلة ساخنة جداً بحيث تشع، وتشكّل نجماً جديداً.

ويمكن أن يوجد أيضاً السديم المنتشر قرب نجم بارد. وفي هذه الحالة، يكون الإشعاع تحت البنفسجي المنطلق من النجم ضعيفاً جداً، فلا يتمكن من جعل ذرات غاز السديم تطلق الضوء. لكن جسيمات الغبار في السديم المنتشر تعكس ضوء النجوم. ويطلق الفلكيون على هذا النوع من السدم المنتشرة اسم السديم العاكس.

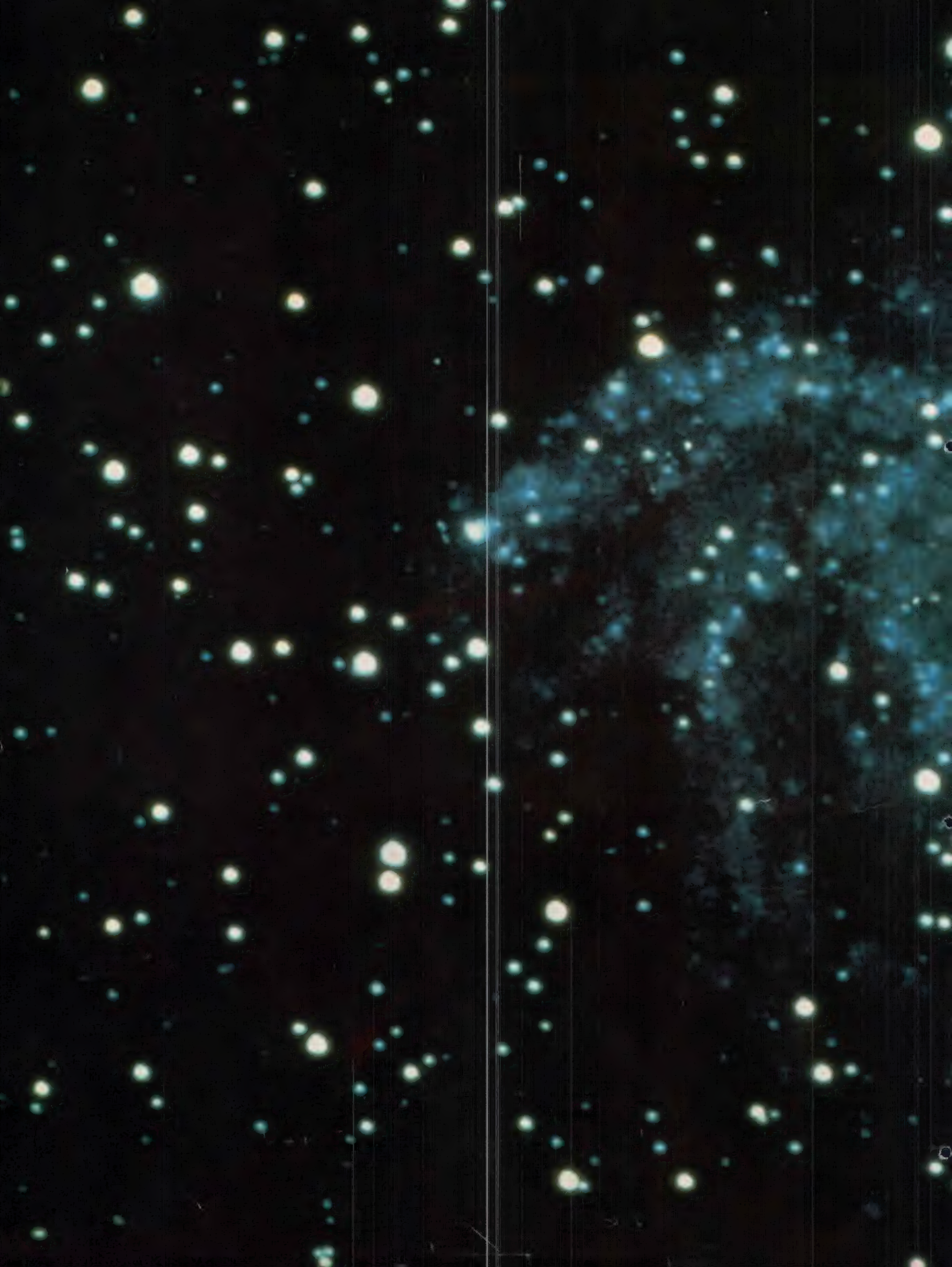
وإذا وُجد سديم منتشر في منطقة لا تحتوي على نجوم قريبة، فهو لا يطلق أو يعكس ما يكفي من الضوء ليكون مرئياً. وتحجب، في الواقع، جسيمات الغبار فيه الضوء الصادر عن النجوم خلفها. ويطلق الفلكيون على هذا النوع من السدم المنتشرة اسم السديم المظلم.

السدم الكوكبية

السدم الكوكبية هي سحب من الغبار والغازات شبيهة بالكرات تحيط ببعض النجوم. وتتكوّن هذه السدم عندما يبدأ النجم بالانهيار والتخلّص من طبقات جوه الخارجية. وعندما يُنظر إلى هذا النوع من السدم بواسطة تلسكوب صغير، يبدو السديم وكأنّه له سطحاً مدوّراً مستوياً مثل سطح الكوكب.

السديم Nebula سحابة من الغبار والغازات،

كما صوّرها تلسكوب هابل



مجرة درب اللبانة

درب اللبانة هي تجمع النجوم الاسطوانية الشكل والهائل الحجم، أي المجرة، الذي يضم الشمس والنظام الشمسي. إستمذ اسم المجرة من كونها تظهر في هيئة شريط باهت اللمعان يمتد في سماء ليل الأرض. هذا الشريط هو الاسطوانة التي يقع فيها النظام الشمسي. ويأتي مظهرها الضبابي من مجموع الضوء الذي تطلقه النجوم البعيدة التي تتعدّر رؤيتها على نحو فردي بالعين المجردة. أمّا النجوم التي يمكن تمييزها في السماء فهي تلك القريبة بما فيه الكفاية من النظام الشمسي ليصير في الإمكان تمييزها على نحو فردي.

إنّ أفضل الأوقات لرؤية درب اللبانة من المناطق المعتدلة الواقعة في نصف الكرة الشمالي هي ليالي الصيف الصافية التي يغيب فيها القمر. وتبدو المجرة في تلك الليالي كشريط مضيء غير متناسق يلفّ السماء من الأفق الشمالي الشرقي إلى الأفق الجنوبي الشرقي. ويمتدّ هذا الشريط المضيء عبر كوكبات فرساوس وذات الكرسي والمتهب. في منطقة كوكبة صليب الشمال تنقسم المجرة إلى مجرتين: المجرى الغربي الذي يكون ساطعاً عند مروره بكوكبة صليب الشمال ثم يبهت قرب كوكبة أفيوقس، أو حامل الحية، بسبب وجود غيوم كثيفة من الغبار، ثم يعود فيظهر مجدداً في كوكبة العقرب؛ والمجرى الشرقي الذي يزداد لمعانه عند مروره في اتجاه الجنوب عبر كوكبتَي Scutum والقوس والرامي. يمتدّ الجزء الأكثر لمعاناً في درب اللبانة من Scutum إلى العقرب مروراً بالقوس والرامي. يقع مركز المجرة في اتجاه القوس والرامي على بعد حوالي ٢٦,٠٠٠ سنة ضوئية من الشمس.

البنية

درب اللبانة مجرة لولبية ضخمة لها أذرع لولبية عدّة تلتفّ حول نواة مركزيّ بسماكة ١٠,٠٠٠ سنة ضوئية. تكون النجوم الواقعة في النواة المركزيّ أقرب من بعضها البعض ممّا هي عليه النجوم الواقعة في الأذرع حيث نجد عدداً أكبر من غيوم الغبار والغاز البينجمية. يبلغ قطر الاسطوانة حوالي ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية، وتحيط بها غيمة أكبر منها مؤلفة من غاز الهيدروجين معوجة وملتوية عند أطرافها في شكل أنصاف دوائر، وتحيط بهذه الغيمة هالة ذو شكل شبيه بالكرة أو مسطح نوعاً ما تحوي الكثير من مجموعات النجوم الكروية المنفصلة التي تقع في معظمها فوق الاسطوانة أو تحتها. قد تكون هذه الهالة أوسع مزتين أو أكثر من الاسطوانة في حد ذاتها. إضافة إلى ذلك، تشير الدراسات التي أجريت على الحركات المجريّة إلى أنّ نظام درب اللبانة يحتوي على كمية من المادة تفوق كثيراً ما تشكّله الاسطوانة المعروفة ومجموعات النجوم الملازمة لها - كتلة أكبر بـ ٢٠٠٠ مليار مرة ممّا تحويه الشمس. لذلك قدّر العلماء أنّ يكون نظام درب اللبانة المعروف



صورة لدرب اللبانة، كما أخذت بواسطة المركبات الفضائية



مشهد آخر لدرب اللبانة ونلاحظ، في الوسط، الاسطوانة التي يقع فيها النظام الشمسي.

يوجد نحو ١٠٠ مليار مجرة، تضمّ كلّ منها ١٠٠ مليار نجم تقريباً.

قرب الشمس وتضمّ السديم الهائل في كوكبة الجبار.

الدوران

تدور درب اللبانة حول محور يصل قطبي المجرة. إذا ما نظرنا إلى المجرة من القطب المجري الشمالي نجد أنّ دوران درب اللبانة يجري في اتجاه عقارب الساعة وأنّ الأذرع اللولبية تتبعها في الاتجاه نفسه. تتضاءل مدّة الدوران مع الابتعاد عن مركز النظام المجري. في جوار النظام الشمسي تتجاوز مدّة الدوران ٢٠٠ مليار سنة وتبلغ سرعة النظام الشمسي الناتجة من دوران المجرة حوالي ٢٧٠ كم/الثانية.

اللاسلكية. تشير هذه الدراسات إلى وجود أجسام كثيفة متراصة قرب مركز المجرة قد تكون بقايا انفجار نجمي أو فجوة سوداء كبيرة. وتحيط بالمنطقة المركزية اسطوانة مسطحة إلى حد ما تضم نجوماً من كلا النوعين I وII؛ أكثر النجوم سطوعاً في الفئة I هي نجوم عملاقة زرقاء نيرة. تشكّل الأذرع اللولبية جزءاً لا يتجزأ من الاسطوانة وهي تخرج من جانبي المنطقة المركزية. تضمّ هذه الأذرع نجوماً تنتمي في معظمها إلى النوع I إضافة إلى كمية كبيرة من الغبار والغاز البينجميين. تمرّ إحدى هذه الأذرع

محوطاً بدوره بإكليل أكبر من المادة غير المكتشفة.

أنواع النجوم

تضمّ درب اللبانة نجوماً من النوع I وهي نجوم زرقاء ساطعة وأخرى من النوع II وهي نجوم حمراء عملاقة. يتألّف مركز درب اللبانة والهالة المحيطة بها من نجوم من النوع II. ينجذب القسم الأكبر من هذه المنطقة وراء غيوم من الغبار تحول دون الرصد البصري. وقد تمّ تسجيل الإشعاع الصادر عن المنطقة المركزية باستعمال أجهزة خاصة كالألأيا الكهربائية الضوئية وموشحات الأشعة تحت الحمراء والتلسكوبات

النجم

يعتقد الناس في العصور القديمة أنّ النجوم هي أنوار صغيرة جداً، في الجهة الداخلية من كرة مجوّفة ضخمة. وقد اخترعوا قصصاً حولها، وأطلقوا أسماء على الأشكال التي رأوها في السماء ليلة بعد ليلة، وسنة بعد سنة. ولم تبدأ طبيعة الكون الحقيقية بالإنكشاف إلا مع ولادة علم الفلك الحديث.

ولا يستطيع العلماء إلى اليوم أن يجرّموا بشكل قاطع حول طبيعة النجوم. لكنهم يعرفون الكثير من الحقائق حول هذه الأعداد الهائلة من النجوم التي تنتمي إليها شمسنا، الشمس التي تنير الأرض وتدفئها. والشمس هي النجم الذي تتوقّف لنا حوله أكبر كمية من المعلومات. فهي مركز نظامنا الشمسي، وأرضنا تدور حولها. لكنّ الشمس ليست سوى نجم واحد من بلايين النجوم التي يشتمل عليها الكون، ونظامنا الشمسي ليس سوى جزء صغير من المجرة الهائلة التي نطلق عليها اسم درب اللبانة. ويمكن رؤية عدد كبير من المجرات الأخرى عند استعمال التلسكوب.

طبيعة النجوم

يتفق الفلكيون عموماً على أنّ قطر معظم النجوم مساو تقريباً لقطر شمسنا. إلا أنّ حجم بعض النجوم لا يتعدّى عُشر حجم الشمس، فيما يفوق حجم بعضها الآخر حجم شمسنا بمئة ضعف.

والنجوم هي في الحقيقة كرات ضخمة من الغازات المتوهجة يتوقّف سطوعها على حجمها ودرجة حرارتها. وتشكّل هذه الكرات المتوهجة محطّات هائلة لتوليد الطاقة النووية؛ ويعتقد اليوم أنّ هذه الطاقة تُطلق بعملية شبيهة بالتفاعل النووي الحراري الذي يحدث في انفجار القنبلة الهيدروجينية. ويسمح علم الفيزياء الفلكية بتحديد مكونات النجم الكيميائية. وفي الكثير من النجوم، تكون لجسيمات أو ذرات المادة في الغاز شديدة التباعد بعضها عن بعض، بحيث يكون الغاز أقلّ كثافة من الهواء الذي نتنفسه بأكثر من ألف ضعف. ولكن على رغم رقة قوام المادة التي تؤلّف النجوم، فإنّ النجم يحتوي على كمية كبيرة جداً من المادة تفوق كمية المادة الموجودة في الأرض ربما بمليون ضعف. ويحتوي النجم على الهيدروجين والأكسجين والنيتروجين، وربما أيضاً على الحديد والكالسيوم وغيرهما من العناصر. في النجوم الأقلّ حرارة، قد تكون المادة شبه سائلة، مثل الحديد العالي في القرن العالي. وفي بعض النجوم القديمة والباردة نسبياً، يمكن أن تكون المادة شديدة التراصّ بحيث أنّ



نجم فوق كوكب



نجوم في الفضاء

وتقوم إحدى وسائل تقدير عدد النجوم على قياس كمية الضوء والتأثيرات الأخرى الناتجة عن عدد معروف من النجوم، ومقارنتها مع التأثير الذي تعطيه السماء بأكملها. ويقول بعض الفلكيين إنّ درب اللبانة وحدها تحتوي على أكثر من ١٠٠ بليون نجم، وإنّ درب اللبانة لا تتألّف إلا من النجوم الأقرب إلينا. وتتجمّع النجوم في كتل هائل يُطلق عليه اسم المجرة. ويُقدّر الفلكيون أنّ هناك بلايين المجرات الأخرى (التي تُعرف أيضاً بالشُدُم خارج المجرة). وإذا كانت التقديرات غير

واستناداً إلى حركة النجم الساطع، يحدّد الفلكيون طبيعة النجم المظلم. وفي بعض النجوم المزدوجة، أو الثنائية، يترجّح النجم المظلم بانتظام أمام النجم الساطع فيقطع الضوء. ويُعرف هذا الزوج من النجوم باسم النجم المتغير، أو النجم الثنائي الإنكسافي. ويطلق بعض النجوم المظلمة أشعة تحت الحمراء يمكن تصويرها.

عدد النجوم

لا يستطيع الفلكيون سوى إعطاء تقدير فقط للعدد الإجمالي للنجوم في الكون.

٢,٥ سم^٣ منها قد يزن طناً. وتُعرف هذه النجوم بالنجوم الميتة أو المظلمة. ويحدّد الفيزيائيون الفلكيون هذه الوقائع بواسطة المطياف. وتسمح لهم هذه الأداة بتحديد أنواع المادة التي يحتوي عليها النجم، ودرجة حرارته من الضوء الذي يشعّه النجم. ولكن، كيف يعبّر الفلكيون موقع النجوم الميتة التي لا تطلق أيّ ضوء؟ يُكشف وجود بعض هذه النجوم لأنها تكون قرب نجوم ساطعة، وتُبقى قوّة الجاذبية النجمين في حركة دورانية فيدور أحدهما حول الآخر.



الغمامة المشعة، وهي الأكبر بين الغمامات التي تحتوي غازات وغباراً، وعندما تكون بجوار نجم مستعر، تلتقط الإشعاعات فوق البنفسجية، وتشتعل الطاقة النووية الغازية التي تتحوّل إلى نجوم بحجم الشمس يفوق عددها ١٠٠,٠٠٠ نجم. والغمامة المشعة يمكن أن تتواجد ضمن مجرة درب اللبانة أو أيّ مجرة أخرى.

الغمامة الغازية التي توجد ضمن مجرة درب اللبانة فقط، وهي على شكل كرة تحتوي غازات وغباراً.



بعيدة عن الحقيقة في ما يتعلق بدرب اللبانة، فهذا يعني أن عدد النجوم كبير إلى حد لا يمكن تصوّره.

بُعْد النجوم

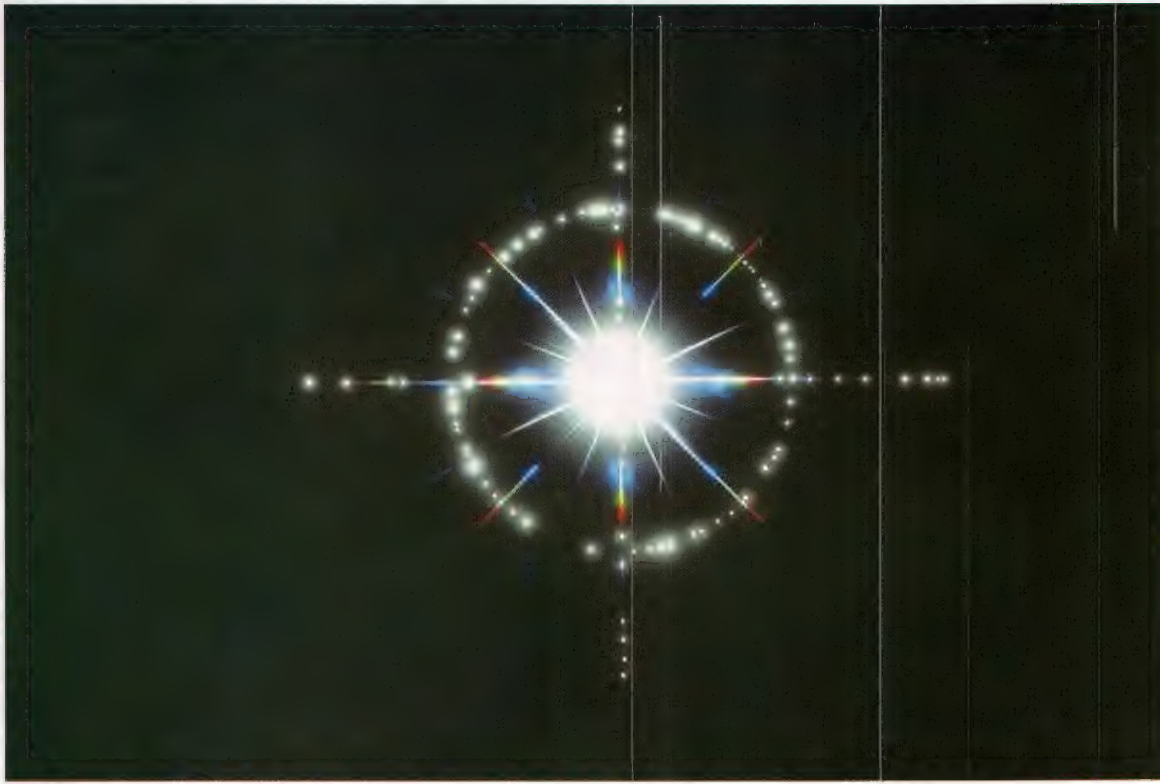
يقيس الفلكيون المسافات الهائلة التي تفصلنا عن النجوم بالسنوات الضوئية. والسنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، وذلك بسرعة ٢٩٩,٧٩٦ كيلومتر في الثانية. وأقرب نجم مرئي من الأرض هو نجم الظلمان الرئيسي أو ألفا Centauri، الذي يمكن رؤيته في سماء نصف الكرة الجنوبي. ويبعد هذا النجم ٤ ١/٣ سنوات ضوئية عن الأرض. وتحتوي الكوكبية نفسها على نجم أصغر وربما أقرب إلينا، هو الظلمان القريب Proxima Centauri، الذي لا يمكن رؤيته إلا بالتلسكوب. ويُعتقد أن عدداً لا يُحصى من المجرات الأخرى تقع على مسافة مليون سنة ضوئية تقريباً الواحدة من الأخرى.

وتكون أغلبية النجوم بعيدة جداً عن الأرض بحيث أن موقعها لا يتغيّر ظاهرياً حتى عند رصدها من نقطتين على جهتين متقابلتين من مدار الأرض، تبعد الواحدة عن الأخرى ٣٠٠ مليون كيلومتر. وفي التلسكوب، يزيح بعض النجوم القريبة قليلاً بين النجوم المجاورة لها عند رؤيتها من هاتين النقطتين. وتُعرف هذه الزحزحة باختلاف المنظر النجمي السنوي، وتُحسب على أساسها المسافات التي تفصل النجوم القريبة عن الأرض. وقد أجرى الفلكي الألماني فريدريش و. بيسيل أول تحديد صحيح للمسافة استناداً إلى اختلاف المنظر سنة ١٨٣٨.

حركات النجوم

إذا نظرنا إلى النجوم، ثم نظرنا إليها ثانية بعد حوالي الساعة من الوقت، نرى أن جميع النجوم، باستثناء النجم القطبي، قد غيّرت مواقعها في السماء. وينتج هذا التغيير عن دوران الأرض حول محورها. وتبدو النجوم وكأنها تدور في السماء من الشرق إلى الغرب، لأن الأرض تدور تحتها من الغرب إلى الشرق.

وفي ما عدا ذلك، تبدو النجوم دائماً في الموقع نفسه بالنسبة إلى بعضها البعض (باستثناء حركة اختلاف المنظر). ولهذا السبب، اعتقد القدماء أن معظم النجوم ثابتة في السماء. ولم يستطيعوا رؤية سوى عدد قليل منها يتحرك، فأطلقوا عليها اسم النجوم السيّارة. ولو كان كريستوف كولومبوس لا يزال حياً اليوم، لما رأى أيّ تغيير يُذكر في موقع النجوم، منذ اليوم الذي وصل فيه إلى العالم الجديد.



نجم في الفضاء

في الأقدار الأكثر ارتفاعاً. ويمكن رؤية هذه النجوم وتصويرها بالتلسكوبات.

لا يمكن معرفة بُعد النجم عن الأرض من قدره فقط، لأن قدر النجم يتوقف أيضاً على حجمه وسطوعه. إضافة إلى أن جميع النجوم تقع على مسافات كبيرة جداً منا بحيث أنها تبدو كمصادر نقطية في التلسكوب. ولا يُفيد قياس الصورة بأيّ شيء عن حجم النجم. لكنّ الفلكيين يستطيعون قياس قطر النجوم الساطعة القريبة. فإذا وُضعت صفيحة تحمل شقين متوازيين فوق شبيّة التلسكوب، تُرَبِّح صورة النجم التي يتم الحصول عليها عبر الشقين بخطوط مضيئة ومظلمة بسبب التداخل. وإذا أبعاد الشقان الواحد عن الآخر، تختفي الخطوط. ويتوقف مقدار التباعد اللازم لاختفاء الخطوط على بُعد النجم وقطره.

يقع منكب الجوزاء على مسافة ٥٢٠ سنة ضوئية تقريباً من الأرض. وكان أول نجم جرى قياسه بالمُدِّخال (مقياس التداخل). ففي سنة ١٩٢٠، وجد الفلكيون في مرصد جبل ويلسون أن قطر منكب الجوزاء يساوي تقريباً ٤١٦ مليون كيلومتر، أو ٣٠٠ ضعف قطر الشمس. ويُقدَّر حجم النجوم الأكثر بعداً وفقاً لضوئها.

فئات النجوم وفقاً للعمر

لُكشِفَ الفلكيون أن حجم النجوم يتوقف إلى حد بعيد على المرحلة التي تكون فيها النجوم، فهي تولد وتنضج وتشبّخ وتموت. وخلال ذلك، تتفاعل فيها العناصر الكيميائية والحرارة، ما يؤدي إلى تغييرات متوالية في اللون والضيائية (السطوع).

ويعرف الفلكيون اليوم أكثر من ٥٠ نجماً متغيّراً انكسافياً، أو نجماً ثنائياً، من هذا النوع. وقد جرى رصد أكثر من ١٣,٠٠٠ نجم مزدوج.

إنّ تغيّر الضوء الناتج عن الكسوف مختلف تماماً عن التلألؤ، الذي يحدث للنجوم كافة. وتتلألأ النجوم لأنّ تغيّر الأحوال الجوية يعدّل انكسار نور النجوم ويغيّر سطوعه.

ويُعتبر النجم القطبي أهمّ نجم بالنسبة للبحارة، لكنه ليس من أكثر النجوم لمعاناً في السماء، نظراً لبُعده الهائل عن الأرض (حوالي ٦٨٠ سنة ضوئية). وتُظهر التلسكوبات القويّة أنّ النجم القطبي هو في الحقيقة مجموعة من ثلاثة نجوم.

أقدار النجوم وأحجامها

تُصنّف النجوم عادة بحسب قدرها أو مرتبتها، وفقاً لدرجة سطوعها. وتوضع في القدر الأول النجوم العشرون الأكثر سطوعاً: الشّعرى اليمانية وشهيل والظلمان الرئيسي والتسر الواقع والعتيق والسّمّاك الرامح ورجل الجبار والغَمَيصاء (أو الشّعرى الشامية) وأشرنار والظلمان بيتا ومنكب الجوزاء والتسر الطائر وكرويس ألفا، الدبران ورأس هرقل والسنبلة وقلب العقرب وفم الحوت وذنب الدجاجة وقلب الأسد. وتحتوي المجموعة الثانية على ٥٠ نجماً، منها النجم القطبي. وتشتمل المجموعة الثالثة على ١٦٠ نجماً؛ والرابعة على ٥٠٠؛ والخامسة على ١٥٠٠؛ والسادسة على ٤٠٠٠. ولا تستطيع العين البشرية عادة رؤية النجوم التي تكون أبهت من نجوم القدر السادس. ويزداد عدد النجوم بشكل هائل

لكنّ الاختبارات الدقيقة تُظهر أنّ النجوم تتحرك بسرعات هائلة. وتسير شمسنا ونظامنا الشمسيّ في الفضاء باتجاه كوكبة الجاثي بسرعة ١٩ كيلومتراً في الثانية تقريباً. ويُقاس حركة نجم ما نسبةً إلى خلفية النجوم، أو الكرة السماوية، عن طريق تصحيح الحركة الظاهرة باعتبار حركة النظام الشمسيّ، ما يعطي حركة النجم الذاتية.

بعض النجوم المهمة

الشّعرى اليمانية هي أكثر النجوم لمعاناً على الإطلاق. ويساوي حجم هذا النجم ثلاثة أضعاف حجم الشمس، ويبعد حوالي ٩ سنوات ضوئية عن الأرض. ويمكن رؤية الشّعرى اليمانية على أفضل نحو في شهر آذار، في سماء نصف الكرة الجنوبي.

في سنة ١٨٤٤، أعلن بيسيل أن للشّعرى اليمانية نجماً مرافقاً لا يمكن رؤيته، وله نصف حجمها. ويسير هذا الزوج من النجوم باتجاه الأرض بسرعة تصل إلى حوالي ٥٧٥ كيلومتراً في الدقيقة. ولم يكن تلسكوب بيسيل قوياً بما فيه الكفاية لتمييزهما الواحد من الآخر؛ لكنّ الأميركي ألفان ج. كلارك تمكّن من إيجاد النجم المرافق بواسطة تلسكوب بناء بنفسه.

ولا يحجب النجم المرافق للشّعرى اليمانية الضوء الذي ترسله إلى الأرض. أمّا نجم رأس الغول الشديد اللّمعان الذي ينتمي إلى كوكبة فرساوس فهو نجم ثنائيّ انكسافتي. فلمدة يومين ونصف اليوم تقريباً، يكون رأس الغول يمثل سطوع النجم القطبي. ثم يمزّ فجأة النجم المرافق بين رأس الغول والأرض، ويخفّ الضوء إلى الثلث لبضع ساعات.



في علم التنجيم، تقسم دائرة البروج إلى ١٢ قوساً، كل واحد من ٣٠°، تعرف بالأبراج أو البروج. ويطلق على هذه البروج، أو «النازل الفلكية»، أسماء الكوكبات التي تمر فيها دائرة البروج.

ويفوق سطوعها بحوالي ١٠٠ ضعف سطوع أي مجرة عادية. وينظر الفلكيون أن الأجرام النجمية الزرقاء هي ربما نجوم زائفة في المرحلة الأخيرة من حياتها، وقد توقفت عن بثّ الإشعاعات الإشعاعية، وقد أصبحت مجرات في مرحلة مبكرة من التطور.

ولادة نجم

يبدأ تكون النجم عندما تنهار سحابة نجمية كثيفة من الهيدروجين وجسيمات الغبار باتجاه الداخل تحت تأثير ثقلها. ويؤدي هذا الانقباض الثقلي إلى ارتفاع كثافة السحابة ودرجة حرارتها الداخلية. تبرد الغازات في

الزائف يحتوي على نواة تولّد طاقة نووية حرارية. وتستحث هذه الطاقة طبقتين محيطيتين شبيهتين بالسحاب. وتتشكل الطبقة الداخلية المرئية من الغاز المضنيء أو الغاز المؤنّن Plasma. وتحتوي الطبقات الخارجية على إلكترونات تدور بشكل لولبي عبر حقل النجم الزائف المغنطيسي، وتبعث إشعاعات إشعاعية (رادية).

وقد أطلق على الأجرام التي تشبه النجوم الزائفة ولكن لا تبث موجات إشعاعية، اسم المجرات الزرقاء شبه النجمية أو الأجرام النجمية الزرقاء. يتجاوز عدد هذه الأجرام بحوالي ٥٠٠ ضعف عدد النجوم الزائفة،

انفجار نجم مستعر عظيم Supernova

الشريط في الحقيقة من تجمع عدد لا يحصى من النجوم، ويُعرف هذا التجمع بالمجرة. وليست شمسنا سوى واحد من هذه النجوم. وتتخذ المجرة شكل العدسة، ويقع مركزها في اتجاه كوكبيتي القوس والرامي على بُعد ٣٣,٠٠٠ سنة ضوئية تقريباً من الأرض. ويبلغ سمك المجرة عند مركزها حوالي ١٥,٠٠٠ سنة ضوئية ويصل قطرها إلى حوالي ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية. وتحتوي المجرة على أكثر من ١٠٠ بليون نجم. وضمن مدى رؤية التلسكوبات القوية، هناك عشرات البلايين من المجرات الأخرى، التي تقع على بعد مليون سنة تقريباً الواحدة عن الأخرى. والمجرة الكبيرة مجرة أندروميدا «Andromeda» هي إحدى أقرب المجرات إلينا. وتتخذ هذه المجرة شكل دولا ب هواء عملاق، وتدور حول محورها. إن درب اللبانة شبيهة بهذه المجرة من حيث الشكل والحركة، وتقوم الشمس بدورة واحدة حول المجرة كل ٢٠٠ مليون سنة تقريباً.

النجوم الزائفة: أجرام شبيهة بالنجوم

في أوائل الستينات من القرن العشرين، اكتشفت أجرام سماوية شبيهة بالنجوم أطلق عليها اسم النجوم الزائفة (Quasars) بالأجنبية، أي مصادر إشعاعية شبه نجمية. وتطلق النجوم الزائفة ضوءاً شديداً وموجات إشعاعية، وتساوي كتلتها ملايين أضعاف كتلة الشمس. ويُعتقد أن هذه الأجرام تبعد بلايين السنوات الضوئية عنا، وتبعد عن الأرض بسرعات فائقة.

وتشير إحدى النظريات إلى أن النجم

وبالتالي فإن رصد هذه الخصائص يكشف المرحلة التي وصل إليها كل نجم في دورة حياته. وفي علم الفلك، يُقارَن سطوع النجم بدرجة سطوع الشمس، إذا ما شوهد الجرم على المسافة نفسها.

ترتّب الوقائع التي يمكن مشاهدتها في تصنيف يُعرف بفهرس درابر. تُقاس درجات الحرارة بميزان كلفين (ميزان مئوي يُستعمل فيه الصفر المطلق كدرجة الحرارة القاعدية). ويُعاد ترتيب الحروف المقابلة لأنواع النجوم في مقياس سابق بحيث تتناسب مع أي معلومات لاحقة.

تُعرف نجوم الفئة «O» بالنجوم فوق العملاقة، ومنها منكب الجوزاء ورجل الجبار وذنب الدجاجة وقلب العقرب. وتشكل هذه النجوم سحباً هائلة من الغاز. ونظراً إلى انقباضها بفعل قوة الجاذبية، تتولد كمية هائلة من الطاقة المشعة تجعلها أكثر النجوم سطوعاً على الإطلاق. وتُعرف نجوم الفئة «B»، مثل السماك الراح، بالنجوم العملاقة، وهي أيضاً لا تزال في طور الانقباض.

وتقع معظم النجوم في السلسلة الرئيسية من «A» إلى «K». وتتكون هذه النجوم بشكل رئيسي من الهيدروجين والهيليوم مع عدد قليل متناثر من العناصر الأثقل وزناً. وتكون هذه النجوم كثيفة بشكل كافٍ ليشهد باطنها درجات حرارة مرتفعة جداً، ما يحوّل الهيدروجين إلى هيليوم. ويولد التحول كمية كبيرة من الطاقة تسمح بالمحافظة على الحرارة والسطوع، على غرار ما تفعل شمسنا، وهي نجم من النوع «G». في القسم الأخير من السلسلة، تكون النجوم باردة بالشكل الكافي لتسمح بتشكّل الجزيئات. وتحتوي هذه الجزيئات على الكربون في نجوم الفئتين «R» و«N»، وعلى أكسيد الزرنيوم في نجوم الفئة «S».

عند نفاذ الوقود النووي، تلتحق النجوم بفئة النجوم القزمة. وفي هذه النجوم، تُنزع الإلكترونات عن نوى الذرات، وتُترصّ الجسيمات إلى حد بعيد. وفي هذه الحالة من الانحلال، تكون المادة كثيفة جداً حتى أن سنتمتراً مكعباً واحداً منها يمكن أن يزن مئات الأطنان. وتُشعّ النجوم القزمة ما يكفي من الضوء بحيث يمكن رؤيتها على مسافة فلكية قصيرة. ويُطلق بعضها ضوءاً أبيض، مثل النجم المرافق للشعري اليمانية، فيما يُشعّ بعضها الآخر ضوءاً أحمر.

تجمع النجوم في مجرات

في الليالي الصافية، تمتدّ درب اللبانة (شريط رفيع من الضوء الأبيض الباهت) في السماء، من الشمال إلى الجنوب. ويتألف



مركز السحابة بتسليط ضغط باتجاه الخارج يؤدي إلى توقّف الانهيار. وتبدأ النجوم بالتشكل في وسط السحابة. وعندما تبدأ النجوم بإشعاع الطاقة الناتجة عن الانقباض الثقالي، تُطرد غازاتها تاركة مجموعة نجمية.

ومع ارتفاع درجة الحرارة داخل النجم، يُدثّر الديوتريوم (الهيدروجين الثقيل)، ثم يليه انحلال الليثيوم والبريليوم والبورون إلى هيليوم. تستمرّ درجة الحرارة في نواة النجم بالارتفاع حتى تبلغ مستوى خرج تبدأ فيه تفاعلات الالتحام النووي. وما أن يبدأ الالتحام في نواة النجم حتى يتوقّف الإنقباض ويبدأ النجم باستعمال هيدروجيله بسرعة كبيرة جداً، فيحوّله إلى هيليوم. في هذه المرحلة الرئيسية، يطلق النجم كميات هائلة من الطاقة في غلافه وفي الفضاء المحيط به.

النجم الهرم

تتوقّف المراحل النهائية من تطوّر النجم على كتلته، وعلى ما إذا كان جزءاً من نظام ثنائي. وعندما يصل النجم عموماً إلى المرحلة الرئيسية، يواصل تطوّرّه بإحدى الطريقتين التاليتين.

النجوم ذات الكتلة الصغيرة أو المتوسطة: تبقى النجوم المنفردة التي تقلّ كتلتها ١,٤ ضعف عن كتلة الشمس وقتاً طويلاً جداً في المرحلة الرئيسية. وبمرور الوقت، يتغيّر تركيب النجم الكيميائي. ويتحوّل الهيدروجين في نواته إلى هيليوم، وترتفع درجة الحرارة المركزية ببطء.

ويترافق التغيير في التركيب بتغييرات في بنية النجم وحجمه وضيائته. ومع انتهاء المرحلة الرئيسية، تكون جميع كمية الهيدروجين في النواة قد استُنفدت تماماً، وأصبحت المنطقة المركزية تتألف بشكل شبه كامل من الهيليوم الهامد. ويبدأ إنتاج الطاقة في طبقة رقيقة حول النواة. وتزداد كتلة النواة تدريجياً، لكنّ حجمها يتضاءل، لأنّ كميات متزايدة من العناصر الهامدة تدخل إليها عبر الطبقة الحارقة للهيدروجين. ومع تمدّد الطبقات الخارجية وابتدادها، يصبح النجم أحمر اللون. وفي الوقت نفسه، تسخن الطاقة التي تولّدها النواة المنقبضة للهيدروجين، وتزيد ضيائية النجم. ويكون النجم عند ذلك في مرحلة العملاق الأحمر الأولى.

يتميّز العملاق الأحمر ببنية معقّدة تحدث فيها أنواع مختلفة من التفاعلات النووية على أعماق مختلفة. وبينما تصبح النواة كثيفة وحارة، ترتفع الطبقات الخارجية وتبرد، وتحيط في النهاية بالنجم لتشكّل سديماً كوكبياً. ومع الوقت، يفقد النجم المادّة

الموجودة في السديم الكوكبي، وتبرد النواة المتبقية لتصبح قرماً أبيض. وقد أعطيت النجوم القزمة البيضاء هذا الاسم بسبب اللون الأبيض الذي ميّز أولى النجوم المكتشفة من هذا النوع. وتتميّز هذه النجوم بضيائية منخفضة وكتلة مشابهة لكتلة الشمس وشعاع مساو لشعاع الأرض. ونظراً لارتفاع كتلة هذه النجوم وصغر حجمها، فهي أجرام كثيفة وملتزمة تقارب كثافتها مليون ضعف كثافة الماء. وتتألف المنطقة المركزية من النجم القزم الأبيض النموذجي من مزيج من الكربون والأكسجين. ويحيط بهذه النواة غلاف رقيق من الهيليوم، وفي معظم الحالات، طبقة أرق من الهيدروجين. ولا يستطيع الفلكيون أن يشاهدوا سوى الطبقات الخارجية فقط من النجوم القزمة البيضاء.

ونظراً إلى أنّ النجوم القزمة البيضاء قد استنفدت جميع وقودها النووي، فهي لا تحتوي على أيّة مصادر متبقية من الطاقة النووية. وعندما يُستنفد أيضاً مخزونها من الطاقة الحرارية - أي عندما يصبح النجم بارداً - يتوقّف القزم الأبيض عن الإشعاع ويصبح بقية نجمية هامدة، تُعرف أحياناً بالقزم الأسود.

وتوجد أحياناً النجوم القزمة البيضاء في أنظمة النجوم المزدوجة، حيث يدور النجمان الواحد حول الآخر عن قرب. وفي بعض الحالات، يمتدّ عملاق أحمر إلى مجال جاذبية القزم الأبيض. ونظراً إلى أنّ حقل جاذبية القزم الأبيض يكون قوياً جداً، فإنّ المادّة الغنيّة بالهيدروجين في طبقات الجوّ الخارجية للعملاق الأحمر تُجذب إلى النجم الصغير. وعندما تتراكم كمية كبيرة من هذه المادّة على سطح القزم الأبيض، يحدث انفجار نوويّ على السطح يؤدي إلى قذف الغازات السطحية الساخنة. ويصبح القزم الأبيض مستسعراً عندما تفجر الطاقة الناتجة عن هذه التفاعلات المادّة المتراكمة في انفجار وجيز ولكن عنيف. ويفصل انفجار المستسعر النجمين الواحد عن الآخر ويقطع انتقال المادّة حتى يعود النجمان، بعد وقت طويل جداً، إلى الاقتراب الواحد من الآخر من جديد.

يزيد انفجار المستسعر لوقت وجيز ضيائية القزم الأبيض الضعيفة آلاف أضعاف، وأحياناً ١٠٠,٠٠٠ ضعف مستواها العاديّ. وقد يسطع المستسعر بقوة لعدّة أيام أو أحياناً لبضعة أسابيع، قبل أن يستعيد تدريجياً حالته السابقة كقزم أبيض. وفي جميع الحالات تقريباً، تكون ضيائية النجوم ضعيفة جداً قبل حدوث الانفجار بحيث أنه

لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة. إلّا أنّ الازدياد المفاجيء في ضيائيتها يكون أحياناً كبيراً جداً بحيث يمكن رؤيتها مباشرة في سماء الليل. وقد تبدو هذه الأجرام كنجوم جديدة لمن يشاهدها من الأرض.

النجوم ذات الكتلة الكبيرة: في النجوم المنفردة التي تفوق كتلتها كتلة الشمس بخمسة أضعاف، تتوالى الأحداث بشكل أسرع. ويمكن أن تستمرّ هذه النجوم بتوليد الطاقة عن طريق الالتحام، بعد أن تكون قد استنفدت مخزونها من الهيدروجين. ويعود ذلك إلى أنّ طاقة جاذبيتها الكامنة تسمح لها بخلق ضغط مرتفع جداً في داخلها. وبهذه الطريقة، تستطيع هذه النجوم خلق عناصر ثقيلة مثل الحديد في نواها. وبعد انتهاء المرحلة الرئيسية، تصبح هذه النجوم عملاقة فائقة حمراء. ويُعتقد أنّ التفاعلات التي تشمل التحام الحديد تؤدي إلى انهيار نواة النجم. وتنفجر الطبقات الخارجية للنجم ذي الكتلة المرتفعة بعنف شديد في شكل انفجار مستسعر فائق.

وبخلاف انفجار المستسعر، يكون انفجار المستسعر الفائق حدثاً كوارثياً بالنسبة للنجم؛ وهو حدث يضع حدّاً لحياة النجم النشطة (المولدة للطاقة). وطوال عدّة أشهر، يمكن أن يسطع المستسعر الفائق ١٠ بلايين ضعف أكثر من أيّ نجم عاديّ. والمستسعر الفائق هو ظاهرة نادرة الحدوث، لا تحدث إلّا مرة تقريباً كلّ قرن في مجرة بحجم درب اللبانة.

المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ

في ٢٤ شباط ١٩٨٧، تمّ اكتشاف أول مستسعر فائق يمكن رؤيته بالعين المجردة منذ حوالي أربعة قرون. أطلق على هذا الانفجار اسم المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ، وقد شاهده في الوقت نفسه تقريباً فلكيون تشيليّون وفلكيّ هاوٍ من نيوزيلاندا. وكان أول مستسعر فائق ساطع بما فيه الكفاية ليتمكّن الفلكيون من تحليله بالتفصيل باستعمال الأجهزة والأدوات الحديثة.

وقد شوهد المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ في البداية عندما كان قد بلغ قدرأ مجاوراً للقدر اللازم لرؤيته بالعين المجردة. وكان ساطعاً جداً بحيث أنّ الفلكيين تمكّنوا من دراسته بجميع الأطوال الموجية تقريباً من الطيف المغنطيسيّ الكهربائيّ: أشعة راديّة، أشعة تحت الحمراء، ضوء مرئيّ، أشعة فوق البنفسجية، أشعة سينية (أشعة إكس) وأشعة جاما. وقد ترافقت أيام الانفجار الأولى بتفجّر الموجات الإشعاعية. وانخفضت ابتعاثات المستسعر الفائق من الأشعة تحت الحمراء بسرعة كبيرة، ما يدلّ على انخفاض

سريع في درجة حرارة غلاف المادّة المقذوفة المتمدّدة. وكشفت المشاهدات اللاحقة عن وجود غلاف آخر من المادّة، بعيداً عن المستسعر الفائق بحدّ نفسه، يُحتمل أن تكون مادّة فُقدت قبل موت النجم النهائيّ.

وجد العلماء أنّ سلف المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ كان نجماً عملاقاً فائقاً تجاوزت ربما كتلته قبل الانفجار كتلة الشمس ٢٠ ضعفاً. وسجلّت أجهزة الكشف الموضوعّة عميقاً في الأرض في كل من الولايات المتحدة واليابان تفجّراً من النيوتريونات (جسيمات متعادلة وديمة الكتلة تتفاعل بشكل ضعيف) نتج عن انهيار نواة النجم السلفيّ. وقد وصلت النيوتريونات، التي تسير بسرعة الضوء، قبل أن يُكشف وجود المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ بصريّاً بشكل مباشر.

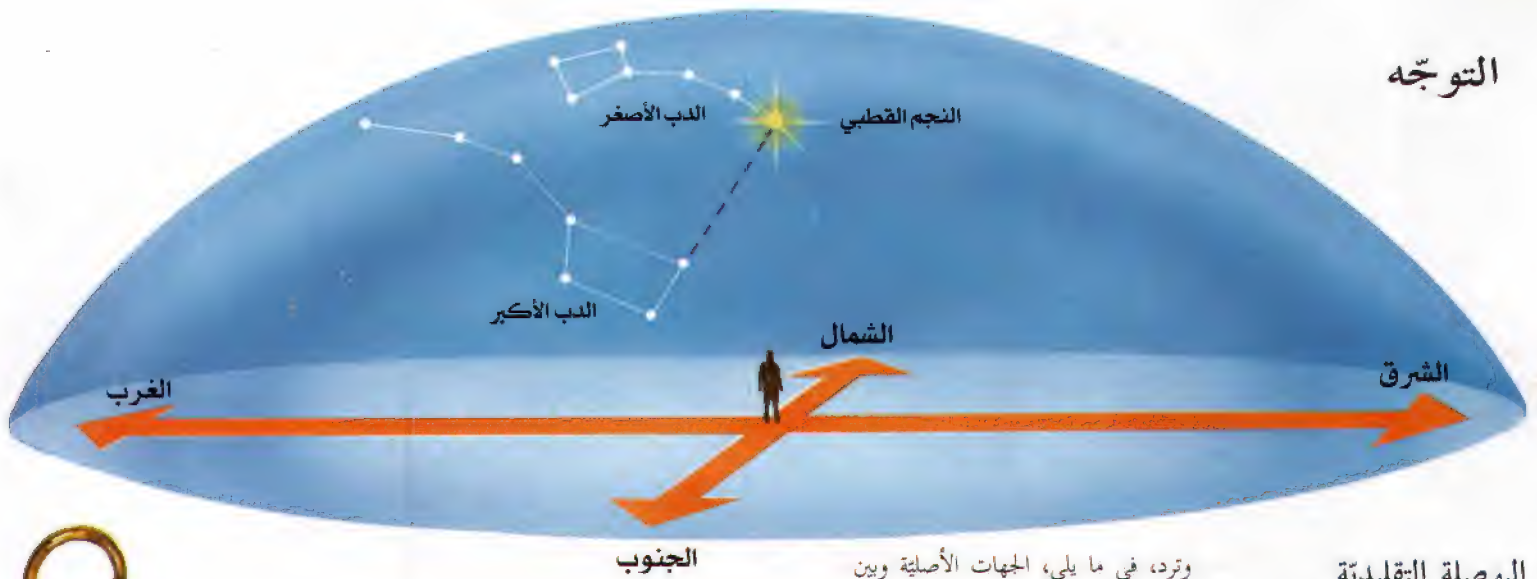
حتى ظهور المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ، لم يُسجّل حدوث سوى سبع ظواهر من هذا النوع في التاريخ. وكان أشهرها المستسعر الفائق الذي ظهر في سنة ١٠٥٤، وقد سجّله مراقبون صينيّون وكوريّون. وتشير الرسوم على الصخور إلى أنّ الهنود الأميركيّين في جنوب غرب الولايات المتحدة قد شاهدوه ربما أيضاً. وكان هذا المستسعر الفائق مضيئاً جداً بحيث أمكنت رؤيته خلال النهار، واستمرّت ضيائيته طوال عدّة أسابيع. وقد شوهد مستسعران فائقان آخران في سنتيّ ١٥٧٢ و١٦٠٤.

النجوم النيوترونية والبولسارات والنقوب السوداء

بعد انفجار المستسعر الفائق، يمكن أن تبقى النواة على شكل نجم نيوترونيّ. ويتكوّن هذا النوع من النجوم من نيوترونات متراصة جداً، ما يعطيها كثافة عالية تفوق كثافة الشمس ببضعة أضعاف، وقطراً لا يتجاوز ٢٠ إلى ٥٠ كيلومتراً تقريباً. ويمكن تصوير النجم النيوتروني كنواة ذرية عملاقة متماسكة بفعل قوة جاذبيتها الخاصّة. ويرسل الكثير من النجوم النيوترونية نبضات قصيرة من الموجات الإشعاعيّة (الراديّة) على فترات منتظمة جداً. تُعرف هذه الأجرام النجميّة عادة بالبولسارات، أو النجوم النابضة، ويُعتقد أنها نجوم نيوترونية دوّارة.

إذا كانت الكتلة المتبقية من المستسعر الفائق أكبر ضعفين أو ثلاثة من كتلة الشمس، فلا يمكن أن يتشكّل نجم نيوتروني. وبدلاً من ذلك، يستمرّ المستسعر الفائق بالانهيار إلى الداخل ويشكّل في النهاية ثقباً أسود، وهو جرم له حقل جاذبيّة قويّ جداً، حتى أنّ لا شكل من أشكال المادّة أو الطاقة - ولا حتّى الضوء - يستطيع الإفلات منه.

التوجه



البوصلة التقليدية

البوصلة جهاز لتعيين الاتجاه. ويتمثل أبسط أشكال البوصلة في إبرة ممغنطة مركبة على محور يسمح لها بالدوران بحرية. تتراصف الإبرة مع حقل الأرض المغنطيسي وتشير باتجاه الشمال المغنطيسي. ونجد تحت الإبرة قرص البوصلة، الذي يحمل جهات ودرجات متباعدة بانتظام تشير إلى الاتجاه.

إن الجهات الأصلية الأربع التي تحملها البوصلة هي: الشمال والشرق والجنوب والغرب. أما الجهات بين الجهات الأصلية فهي الشمال الشرقي والجنوب الشرقي والجنوب الغربي والشمال الغربي. وتحمل البوصلات الكبيرة الـ ٣٦٠ درجة التي تكون الدائرة مسجلة باتجاه عقارب الساعة، إضافة إلى الجهات الأصلية والجهات بين الجهات التي تحملها.

وترد، في ما يلي، الجهات الأصلية وبين الأصلية ومواقعها على الدائرة، بالدرجات.

الشمال - صفر أو ٣٦٠ درجة

الشمال الشرقي - ٤٥ درجة

الشرق - ٩٠ درجة

الجنوب الشرقي - ١٣٥ درجة

الجنوب - ١٨٠ درجة

الجنوب الغربي - ٢٢٥ درجة

الغرب - ٢٧٠ درجة

الشمال الغربي - ٣١٥ درجة

تساعد بوصلة الجيب البسيطة الناس على إيجاد طريقهم حيث لا معالم توجههم. فعلى سبيل المثال، إذا احتاج شخص للسفر غرباً لأجل بلوغ أقرب بلدة، يقوم بتوجيه الإبرة بحيث يطابق طرفاها علامتي الشمال والجنوب على قرص البوصلة. ثم يسير هذا الشخص في اتجاه ٩٠ درجة إلى يسار الطرف الشمالي من الإبرة.

النجم الشمالي

النجم القطبي نجم تسهل رؤيته في السماء، ويبدو وكأنه يقع فوق القطب الشمالي مباشرة. والنجم القطبي في الوقت الحاضر هو پولاريس، أو نجم القطب، أكثر النجوم إشعاعاً في كوكبة الدب الأصغر. يقع نجم القطب ضمن درجة واحدة من المكان الذي يخرق فيه الإمتداد الشمالي لمحور الأرض السماء. ونظراً لهذا الموقع، يبدو نجم القطب غير متحرك، فيما تبدو النجوم الأخرى وكأنها تدور حول محور الأرض مع دوران الأرض حول نفسها. لهذا السبب، استعمل نجم القطب عبر العصور لإرشاد الملاحين إلى وجهتهم. ينتمي نجم القطب إلى نجوم القدر أو المرتبة الثانية. وكلما ازداد لمعان النجم انخفض قدره.

لن يبقى نجم القطب Polaris هو النجم القطبي دائماً، نظراً إلى أن محور الأرض لن يمتد دائماً في اتجاه نجم القطب. فإنّ المحور الذي تدور

الشتاء

حوله الأرض يغير اتجاهه في حركة دائرية تُعرف بالمبادرة. يخط كل من طرفي المحور دائرة وهمية في السماء. وتستغرق الدورة الكاملة حول الدائرة حوالي ٢٦,٠٠٠ سنة. وهكذا، فإن كل نجم من النجوم الأكثر تألقاً الواقعة على دائرة المبادرة أو بجوارها فوق القطب الشمالي يصبح النجم القطبي لمدة معينة. فبعد ١٢,٠٠٠ سنة تقريباً، سوف يشير محور الأرض شمالاً باتجاه بقعة قرب النسر الواقع Vega في كوكبة القيثارة. وبعد ٢٢,٠٠٠ سنة تقريباً سوف يصبح ثوبان Thuban في كوكبة الثنين النجم القطبي. وبعد ٢٦,٠٠٠ سنة، سوف يعود نجم القطب، پولاريس، إلى موقعه الحالي بالنسبة لمحور الأرض، ويصبح النجم القطبي من جديد.

كوكبتا الدب الأكبر والدب الأصغر في القبة السماوية لنصف الكرة الشمالي



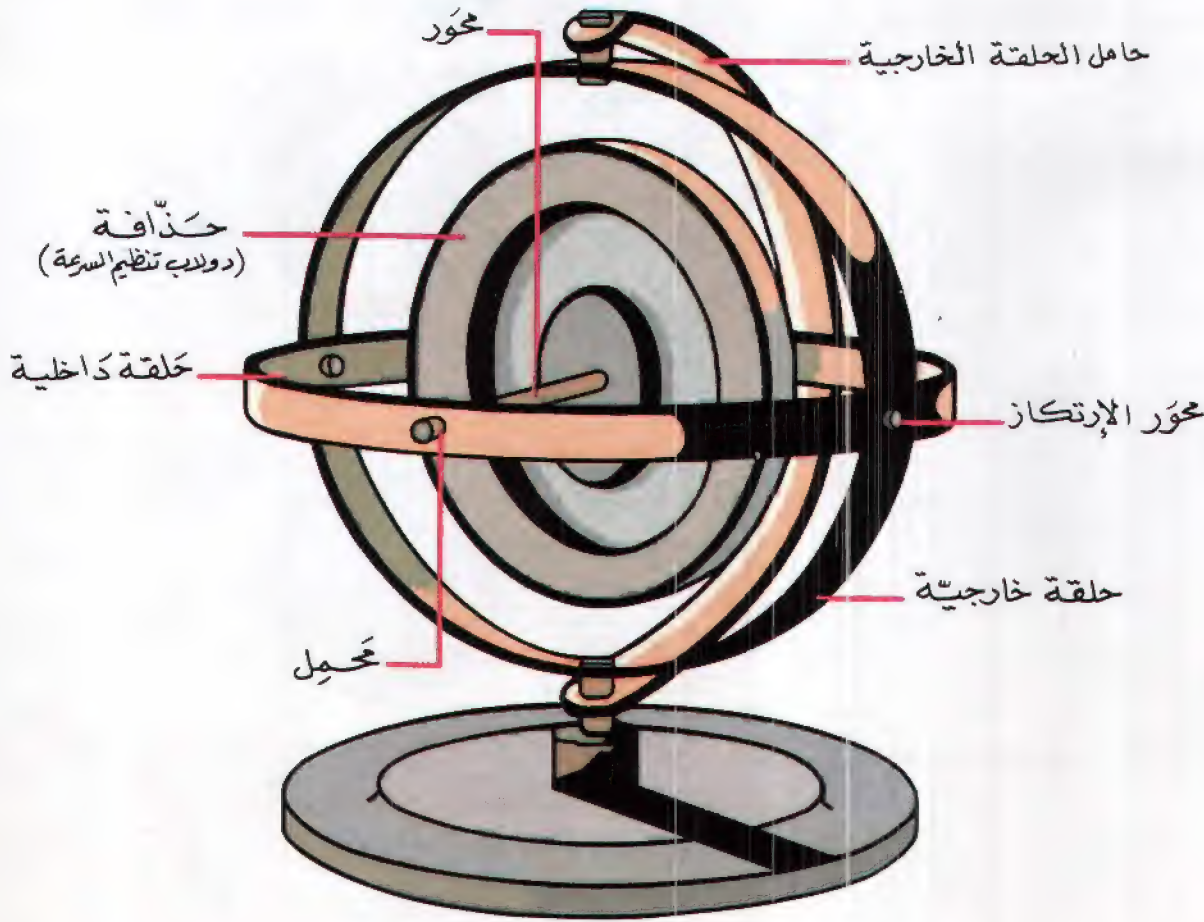
الصيف



الخريف



الجيروسكوب



البوصلة

البوصلة جهاز يشير إلى الاتجاه، يستعمله البحارة والطيارون والمخيمون والصيادون وغيرهم من المسافرين للتمكن من الانتقال من مكان إلى آخر. يُستعمل نوعان رئيسيان من البوصل: البوصلة المغنطيسية، التي بدأ استعمالها في شكلها البدائي في القرن العاشر للميلاد؛ والبوصلة الجيروسكوبية، وهي أداة تم ابتكارها في أوائل القرن العشرين. في البوصلة المغنطيسية، يتم الحصول على الاتجاهات بواسطة إبرة مغنطيسية أو أكثر تشير في الاتجاه العام للقطب الشمالي المغنطيسي بتأثير من حقل الأرض المغنطيسي. وتشكل البوصلة الجيروسكوبية، التي لا تتأثر بمغنطيسية الأرض، من جيروسكوب مع وجود الدولاب الدوار على محور مقصور على المستوى الأفقي، ما يجعل مجزعه يتراصف مع الخط الشمالي الجنوبي المتوازي مع محور دوران الأرض ويشير بالتالي إلى الشمال الحقيقي.

البوصلة المغنطيسية

تتألف البوصلة المغنطيسية في أبسط أشكالها من إبرة ممغنطة مركزة على محور في وسط قرص مدرج ثابت، بحيث تدور الإبرة بحرية في المستوى الأفقي. تحمل البوصلة البحرية، وهي بوصلة مغنطيسية كبيرة تُستعمل على متن السفن، حزاماً من الإبر المغنطيسية المتوازية المثبتة في الجهة السفلية من قرص البوصلة، الذي يدور حول مركزه في حوض نحاسي زجاجي الغطاء. يُعلق الحوض أفقياً، ما يسمح للقرص بالحفاظ على وضعه بالرغم من ترحج وتمايل السفينة.

في البوصلة السائلة، التي هي أكثر أنواع البوصل البحرية استقراراً، يُملأ الحوض بسائل، يتألف عادة من مزيج من الكحول والماء. يساعد السائل على حمل القرص المدرج، الذي يدور في هذا النوع من البوصل حول مركزه ويطفو في السائل، ما يخفف من احتكاك المحور، واهتزازات القرص الناتجة عن حركة المركب. نظراً لهذه المميزات، تُستعمل البوصلة السائلة أكثر بكثير من البوصلة الجافة. ويحمل هذان النوعان خطاً عمودياً أسود مرسوماً على السطح الداخلي من الحوض. ويمكن الحصول على وجهة سير السفينة بقراءة عدد الدرجات على القرص المواجه للخط. لا تشير البوصلة المغنطيسية في اتجاه الشمال المغنطيسي إلا إذا كانت السفينة خالية من المغنطيسية، وإذا لم توجد أي أشياء حديدية أو فولاذية بقرب البوصلة. في حال كانت السفينة مغنطيسية وحرقت أجساماً

ضمّم هذا الجيروسكوب بحيث تشير الحذافة والمحور بحرية في جميع الاتجاهات. والجيروسكوبات مفيدة جداً في الملاحظة نظراً إلى أنها «عاطلة في الفضاء»؛ يشير دائماً الجيروسكوب الدوار المركب في مركبة معينة في الاتجاه نفسه. وبالتالي فإن الجيروسكوب يسمح بتحديد اتجاه المركبة من دون الاعتماد على أي معالم بصرية قد لا تتوفر في بعض الأحيان (في الضباب أو في الليل مثلاً).

أجسام كروية أو دولايتية الشكل أو قرصية الشكل تُركب عموماً بشكل يجعلها حرة في الدوران في جميع الاتجاهات؛ وتُستعمل هذه الأجسام لإظهار هذه الخاصيات أو للإشارة إلى حركات في الفضاء. إن الجيروسكوب الذي يتحرك حول محور واحد عدا محور الدوران يحمل أحياناً اسم الجيروسكوب أو المقر الجيروسكوبي. يخضع الجيروسكوب في جميع استعمالاته العملية تقريباً لهذا النوع من القسر أو التقييد، وتُضاف عادة صفة «جيروسكوبي» إلى اسم وجهة الاستعمال، كما، على سبيل المثال، البوصلة الجيروسكوبية والمقر الجيروسكوبي والطيار الجيروسكوبي (أو الآلي).

الغطالة (أو القصور الذاتي) الجيروسكوبية

ينتج قصور الجيروسكوب في الفضاء عن قانون الحركة الأول لنيوتن، الذي ينص على أن الجسم ينزع للاستمرار في هذه الحالة من الراحة أو الحركة المنتظمة، إلا إذا تعرض لقوى خارجية. وهكذا، عندما يبدأ دولاب الجيروسكوب بالدوران السريع، يميل إلى الإستمرار في الدوران في المستوى نفسه حول المحور نفسه في الفضاء. ومن الأمثلة

اتجاهية مزودة ببندول أو جيروسكوب يؤمن توازنها رغم حركة الطائرة. هناك نوع هام من البوصل المغنطيسية الموازنة بواسطة جيروسكوب، تُعرف ببوصل مؤلج التدفق، تعمل وفق مبدأ الحث المغنطيسي. في هذا النوع من البوصل، يتألف المغنيطومتر (مقياس شدة المغنطيسية) الحساس للاتجاه من ملفات حث ذات لفائف ملائمة، بحيث تكون التغيرات في الاتجاه متناسبة مع الفلطية Voltage التي يستحثها حقل الأرض المغنطيسي. ويمكن استعمال الفلطية المستحثة لتشغيل عناصر مشيرة للاتجاه في أماكن عدّة من الطائرة بواسطة جهاز للتحكم عن بعد.

البوصلة الجيروسكوبية

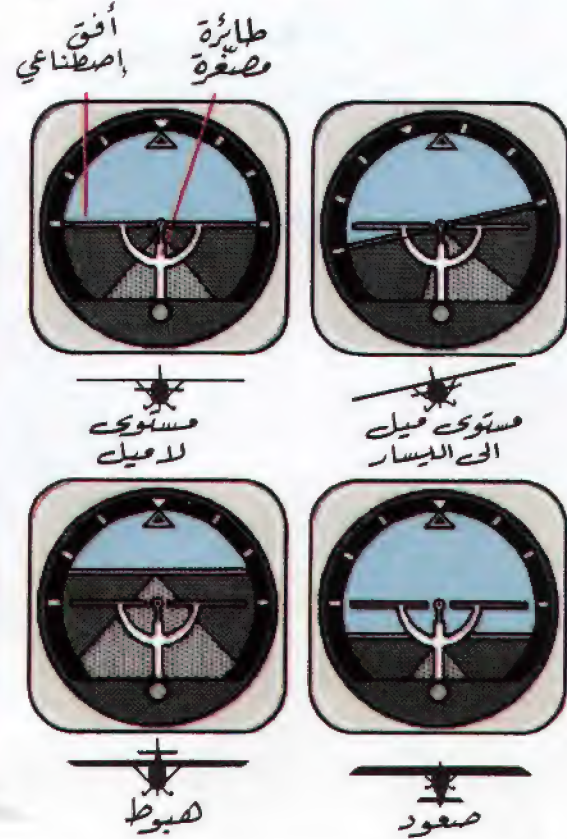
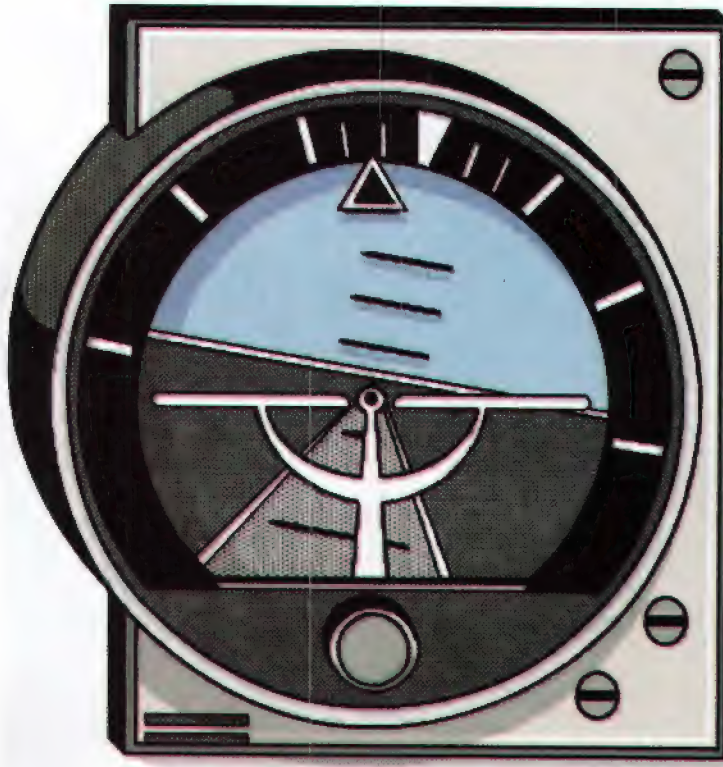
الجيروسكوب هو أي جسم دوار يحمل خاصيتين أساسيتين: الغطالة الجيروسكوبية، أو القصور الذاتي في الفضاء، والحركة اليدارية (أو المبادرة)، وهي ميل المحور بزوايا قائمة على أي قوة تنزع إلى تغيير مستوى الدوران. إن هذه الخاصيات ملازمة لجميع الأجسام الدوّارة، بما فيها الأرض نفسها. وتُستعمل كلمة جيروسكوب للدلالة على

حديدية وفولاذية الإبرة المغنطيسية، يقع الخطأ المعروف بالانحراف. ولتصحيح الانحراف، توضع البوصلة في صندوق يُعرف بصندوق المعادلة، مجهّز بمجموعة من المغنطيسات المرتبة بحيث تعادل التأثيرات المشوشة.

للحصول على قراءة صحيحة للشمال الحقيقي على البوصلة المغنطيسية، يجب أيضاً تصحيح الحدور، أي الزاوية بين خطوط الطول المغنطيسية والحقيقية. وتتغير هذه الزاوية في القدر، وفي الاتجاه من شرق إلى غرب خط الطول الحقيقي، خصوصاً مع الموقع الجغرافي، وإلى حد ما في الزمن. تم تحديد قدر واتجاه والتغير السنوي للحدور المغنطيسي لمعظم الأماكن على سطح الأرض، وقد سجّلت هذه المعطيات على جميع الخرائط. تحدث أيضاً تغيرات عابرة غير متوقعة في الحدور المغنطيسي، خصوصاً في الأماكن القريبة من القطبين، وذلك نتيجة للعواصف المغنطيسية.

لا يمكن الاعتماد على البوصلة البحرية في الطائرات، نظراً للأخطاء الناشئة عن الانعطافات المفاجئة وتسارع الطائرة. ولإلغاء مثل هذه الأخطاء، صُممت بوصلة خاصة للطائرة مجهزة بوحدات مغنطيسية

الأفق الاصطناعي الجيروسكوبي



يحتاج ربان الطائرة إلى أدوات تزوده بالمعلومات حول اتجاه الطائرة، لا سيما عندما يطير في مناطق يغشاها الضباب أو السحاب أو الظلام. إن جهاز الأفق الصناعي، الذي يتألف من جيروسكوبين يشكلان عنصره العاملين، يدل على اتجاه الطائرة نسبة للأفق.

إحساس بارومتري، بينما تحدّد السرعة التي تتم بها هذه التغيرات على كل محور بواسطة جيروسكوبات مسجلة لمعدل السرعة أو أجهزة قياس التسارع. ويوفر تحديد الإزاحة ومعدل السرعة دلالة واضحة ودقيقة على الإستجابة اللازمة. تنقل الجيروسكوبات إشارات كهربائية إلى كومبيوتر الكتروني يجمعها ويضخمها. ثم ينقل الكومبيوتر إشارات مصحّحة إلى محركات مؤازرة مثبتة بسطوح التحكم في الطائرة، التي تتحرّك لإعطاء الإستجابة المطلوبة. إن مضبط الطيران الآلي المتصل بالكومبيوتر يسمح للطيار بالقيام يدوياً بمناورات معينة، مثل الإنعطاف والصعود والإنقضاض، تتطلب حركة متناسقة في سطوح التحكم. ووفقاً لما يراه الطيار مناسباً، يمكن ربط مجموعة من أجهزة الملاحة والأجهزة اللاسلكية المساعدة بالطيار الآلي لأجل الملاحة الآلية. وتشمل هذه الأجهزة أنظمة ملاحة عاملة بالقصور الذاتي وأنظمة ملاحة عاملة برادار دوپلر وأجهزة إرشاد لاسلكية. ويمكن أيضاً قرن الطيار الآلي بإشارات لاسلكية تستعمل في أنظمة الهبوط الآلية التي تُجهّز بها مدارج المطارات. في حالات سوء الرؤية، يقوم نظام الهبوط الآلي المستعمل مع الطيار الآلي بتوجيه الطائرة أوتوماتيكياً إلى خطّ الإنحدار المطلوب ووضعها في خطّ المدرج.

آلي في الاتجاه الصحيح وبالنسبة الملائمة لجعل محور الجيروسكوب يسعى إلى خطّ الطول الحقيقي ويشير إليه، أي يشير إلى الشمال والجنوب.

تستعمل البوصلة الجيروسكوبية في السفن الحربية والأساطيل التجارية في جميع أنحاء العالم. ولا تتعرض هذه البوصلة للتقلبات التي تشهدها البوصلة المغناطيسية؛ وتشير البوصلة الجيروسكوبية إلى الشمال الجغرافي الحقيقي بدلاً من الشمال المغناطيسي، وتتميز بقوة توجيهية كافية للسماح بعمل أجهزة مساعدة مثل مسجل المسار والطيار الجيروسكوبي والبوصلة المعيدة. لا يضم جهاز الطيار الجيروسكوبي جيروسكوباً، بل يلتقط كهربائياً أي انحراف عن المسار المرجعي المقرر الذي تحدده البوصلة الجيروسكوبية؛ ويضخم هذه الإشارات وتُسلط على المحرك الموجه للسفينة لجعل الدقة تعيد السفينة إلى مسارها الصحيح.

الطيار الآلي

يكشف الطيار الآلي (أو الأوتوماتيكي) أي تغيير عن مخطط الرحلة المقرر للطائرة، ويرسل إشارات تصحيحية إلى الجنيحات والسطح الرافع والدفة. ويكشف الجيروسكوب العمودي التغيرات في الخطوة أو العطف، بينما يكشف الجيروسكوب التوجيهي التغيرات في الوجهة. ويُعَيّن الارتفاع بواسطة جهاز

معينة، لا يُسلط الضغط الموجه على مقدّم أو مؤخّر الحلقة كما قد يُعتقد، بل على القمة. إن هذا الضغط المسلط حول محور أفقي، لا يتسبب بانقلاب الحلقة، لكنه يجعلها تبادر حول المحور العمودي على نحو متعامد مع الضغط المسلط، ما يؤدي إلى استدارة الحلقة ومتابعة حركتها في اتجاه جديد.

استعمالات الجيروسكوب

عن طريق استعمال خاصّة القصور الذاتي الجيروسكوبي وتسلط قوة الجاذبية للتسبب بالمبادرة، يمكن للجيروسكوب أن يعمل كمبني للاتجاه أو بوصلة. باختصار، إذا اعتبرنا أن الجيروسكوب قد رُكّب عند خط استواء الأرض، مع امتداد محور دورانه في المستوى الشرقي الغربي، سوف يستمر الجيروسكوب في الإشارة باتجاه هذا الخط أثناء دوران الأرض، وذلك نظراً لـ«القصور في الفضاء». وللسبب نفسه، يرتفع الطرف الشرقي (نسبة إلى الأرض) مع أنه يستمر في الإشارة إلى الاتجاه نفسه في الفضاء. وإذا علّقنا أنبوباً مملوءاً جزئياً بالزئبق على إطار الجيروسكوب، بحيث يميل الأنبوب عندما يميل محور الجيروسكوب، نستفيد من تأثير الجاذبية حول محور الجيروسكوب الأفقي. بكلام آخر، يسلط وزن الزئبق في الجهة الغربية أو السفلية قوة حول محور الجيروسكوب الأفقي. يقاوم الجيروسكوب هذه القوة ويبادر حول المحور العمودي باتجاه دائرة خط الطول. في البوصلة الجيروسكوبية، تُسلط القوى المسيطرة بشكل

على هذه النزعة، نذكر البلبل، الذي يتمتع بحرية الحركة حول محورين بالإضافة إلى محور الدوران؛ ورصاصة البندقية، نظراً إلى أنها تدوم أو تدور في مسارها وتظهر عطالة جيروسكوبية وتنزع إلى المحافظة على خط سير أكثر استقامة من الخط الذي قد تتخذه لو لم تكن دوّارة. غير أن العطالة في الفضاء تظهر على أفضل نحو في جيروسكوب نموذجي مؤلف من حذافة (دولاب موازنة) تُحمل في حلقات، بحيث يتمكن محور الحذافة من اتخاذ أي زاوية في الفضاء. عندما تدور الحذافة، يمكن تحريك النموذج أو إمالاته أو إدارته كما يشاء المحرّب، لكن الحذافة تبقى على مستوى دورانها الأصلي، طالما أنها تستمر في التدويم بسرعة كافية للتغلب على الاحتكاك مع محاملها.

تشكل الجيروسكوبات جزءاً هاماً من أنظمة الملاحة الآلية أو الإرشاد بالقصور الذاتي في الطائرات والمركبات الفضائية والقذائف الموجهة والصواريخ والسفن والغوّصات.

الاستباق

عندما تميل قوة مسلطة على جيروسكوب إلى تغيير اتجاه محور الدوران، يتحرّك المحور في اتجاه متعامد مع اتجاه تسليط القوة. إن هذه الحركة هي حسيبة القوة الناتجة عن العزم الحركي الزاوي (كمية الحركة الزاوية) للجسم الدوّار والقوة المسلطة عليه. ويمكن إيجاد مثل بسيط عن الاستباق في الحلقة (أو الطوق) الدوّارة: لجعل الحلقة تدور بزاوية

الشمس



الكواكب أجرام سماوية باردة وغير منفذة للضوء، تدور حول نجم تتلقى منه الضوء والحرارة. هناك تسعة كواكب تدور حول الشمس، منها الأرض.

الكواكب

الكواكب هي الأجرام الطبيعية الكبيرة نسبياً التي تدور في مدارات حول الشمس، وبوجه الاحتمال حول نجوم أخرى أيضاً. ولا يُطلق هذا الاسم على الأجرام الصغيرة مثل المذنبات والنيازك والكويكبات، التي لا يشكل معظمها أكثر من قطع من الجليد أو الصخر.

وتشكل الشمس والكواكب التسعة وأقمارها وجميع الأجرام الصغيرة والجسيمات والغبار التي تدور حول الشمس ما يُعرف بالنظام الشمسي. وتتحكم الشمس، الواقعة قرب مركز النظام الشمسي، بالحركات المدارية للكواكب عن طريق التجاذب الثقالي، وتؤد الكواكب بالضوء والحرارة. وبحسب ترتيب متوسط البعد عن الشمس، تنتظم الكواكب التسعة في النظام الشمسي من أقربها إلى أبعدنا على النحو التالي: عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ، المشتري، زحل، أورانوس، نبتون وبلوتون (أفلوطن).

تُمكن رؤية عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل دون تلسكوب. وقد أسماها اليونانيون القدامى Planets، أو «السيارة»، لأنها بدت وكأنها تتحرك على الخلفية المولدة من نجوم ثابتة ظاهرياً. ومع أنه يمكن أحياناً رؤية أورانوس أيضاً بالعين المجردة، فلم يتمكن الفلكيون القدماء من تمييزه من النجوم الحقيقية.

يمكن تقسيم الكواكب إلى مجموعات بطرق عدة. وفي أحد أنظمة التصنيف، تُعتبر الكواكب التي تدور حول الشمس في مدارات يقل قطرها عن قطر مدار الأرض، كواكب أو سيارت سفلية. وبالتالي فإن الكواكب المعروفة بالكواكب أو السيارت العلوية هي الكواكب التي تدور حول الشمس في مدارات يفوق قطرها قطر مدار الأرض.

ويمكن أيضاً تصنيف الكواكب في فئتين، وفقاً لخصائصها الفيزيائية العامة. توضع في الفئة الأولى الكواكب الأرضية أو الشبيهة بالأرض القريبة من الشمس، والتي تتألف بشكل أساسي من الصخر والمعدن. وتشتمل هذه الفئة على عطارد والزهرة والأرض والمريخ. وتُعرف أيضاً الكواكب الأرضية بالكواكب الداخلية.

وتضم الفئة الثانية الكواكب الشبيهة بالمشتري؛ وهي كواكب كبيرة جداً مقارنة مع الكواكب الشبيهة بالأرض وأبعد عن الشمس. وتُعرف أيضاً هذه الكواكب بالكواكب الخارجية وتشمل المشتري وزحل وأورانوس ونبتون. وتتكون هذه الكواكب بشكل أساسي من الهيدروجين والهيليوم بالشكلين الغازي والسائل. ولا يُلتحق بلوتون، الكوكب الأبعد عن الشمس، بأي من الفئتين؛ فهو مكون من الجليد والصخر، وهو أصغر بكثير من الكواكب الأخرى.

عطارد Mercury

عطارد هو الكوكب الأقرب إلى الشمس. ويصعب رصد هذا الكوكب من الأرض لأنه يشرق ويغيب بفارق ساعتين عن شروق وغروب الشمس. وبالتالي، ظل الكوكب شبه مجهول حتى طارت فوقه مركبة ماري너 ١٠، عدة مرات، على علو منخفض سنتي ١٩٧٤ و ١٩٧٥.

يشهد سطح عطارد أشكالاً مختلفة من التضاريس. ويستطيع العلماء المهتمون بدراسة الكواكب تقدير عمر سطح الكوكب من عدد حفر التصادم الموجودة فيه؛ وكلما ازداد عمر السطح عموماً، كثرت الحفر فيه. ويحمل بعض مناطق عطارد عدداً كبيراً جداً من الحفر، ما يشير إلى أنها سطوح قديمة جداً، تكونت على الأرجح منذ حوالي ٤ مليارات سنة. وتنتد بين هذه المناطق

مساحات من السهول المشمجة قليلاً التي قد تكون مهدها سيول الحمم البركانية أو تراكمات المواد الدقيقة المتطايرة نتيجة التصادمات. ويشير العدد الكبير من حفر التصادم الموجودة أيضاً في هذه السهول إلى قدم عمرها. أما في المناطق الأخرى من سطح الكوكب، فتمتد سهول منبسطة ممهدة تحمل عدداً قليلاً من الحفر. ويُعتقد أن هذه السهول هي على الأرجح أحدث تكويناً وذات أصل بركاني. وفي الفترة الممتدة بين تشكل السهول بين الحفر وتشكل السهول الممهدة، قد يكون الكوكب كله انكمش مع تدني درجة حرارته، ما سبب تغصن القشرة وتشكل الأخراف الطويلة الشديدة التحدر.

الزهرة Venus

الزهرة هي الجرم الطبيعي الأكثر لمعاناً في سماء الليل بعد القمر. وهي أقرب كوكب إلى الأرض والأكثر شبهاً بها، من حيث الحجم والكتلة والكثافة. وتشير هذه التشابهات إلى أنه قد يكون للكوكبين تاريخ مشابه. ولذلك، فإن اختلاف الزهرة والأرض إلى هذا الحد اليوم يحير جداً علماء الفلك.

وتدور الزهرة حول محورها مرة كل ٢٤٣ يوماً في حركة تراجعية - في اتجاه معاكس لاتجاه دوران معظم الكواكب الأخرى - أي في اتجاه دوران عقارب الساعة عند النظر إلى الكوكب من قطب الأرض الشمالي. وتدير الزهرة دائماً الجهة نفسها إلى الأرض، عندما يتجاوز الكوكبان أحدهما الآخر، أثناء دورانهما حول الشمس. وعلى رغم أن الزهرة قريبة من الأرض، فمن الصعب رصد الكوكب لأن طبقات سميكة من الغيوم الكثيفة تحجب سطحه تماماً. في سبعينات وثمانينات القرن العشرين، تمكنت مركبة بايونير فينوس المدارية التابعة للناسا ومركبة فينيرا ١٥ وفينيرا ١٦ المداريتان السوفياتيتان من الحصول على معلومات حول غيوم الزهرة والشروط السائدة على سطح الكوكب.

يتألف جو الزهرة بشكل رئيسي من ثاني أكسيد الكربون مع وجود قطرات من حمض الكبريتيك في الغيوم العليا. وتتحرك طبقات الجو العليا بسرعة كبيرة، فتقوم بدورة كاملة حول الكوكب في أربعة أيام، بينما تسود رياح لطيفة عند مستوى السطح. وتبلغ درجة الحرارة السطحية حوالي ٧٥٠ كلفين، أي أعلى من درجات الحرارة المسجلة «ظهاً» على عطارد.

ويعود هذا الارتفاع الشديد في درجات الحرارة قرب سطح الكوكب إلى الكمية الكبيرة من ثاني أكسيد الكربون الموجودة في جو الزهرة قرب سطح الكوكب. ويخترق ضوء الشمس الجو فيمتصه سطح الكوكب، ثم يُعاد إشعاعه على شكل حرارة. إلا أن الكمية الكبيرة من ثاني أكسيد الكربون الموجودة في الجو، تمتص وتحتجز هذه الحرارة، ما يحول دون إعادة إطلاقها في الفضاء. ونتيجة لهذه الظاهرة، المعروفة بـ«تأثير الدفيئة»، أصبح سطح الزهرة ساخناً بما يكفي لإذابة الرصاص، وقد تنفج الصخور قليلاً باللون الأحمر بسبب درجة حرارتها المرتفعة.

ونظراً إلى أن الغيوم لا تسمح بوصول أكثر من ١٥٪ من ضوء الشمس إلى سطح الكوكب، فإن النهار على الزهرة معتم، والسحب تحجب السماء باستمرار. وبما أن الجو الكثيف يكسر أو يحنى الضوء، يمكن أن يصل بعضه إلى الجهة المظلمة (جهة الليل) من الكوكب، ما يجعل الليل غير مظلم تماماً.

نظام الأرض والقمر

لا تزيد كتلة القمر عن ١,٢٪ من كتلة الأرض، لكن هذه النسبة هي الأكبر في النظام الشمسي بين كوكب وقمره، باستثناء بلوتون وقمره شارون. وعلى رغم أن الأرض هي من أوجه عدة كوكب أرضي نموذجي، فإنها تحتل موقعاً مميزاً في النظام

الشمسي لأنها الكوكب الوحيد المعروف الذي يحمل الحياة كما نعرفها. وقد تكون محيطات الأرض فريدة أيضاً لأن الماء لا يكون سائلاً إلا في نطاق ضيق من درجات الحرارة والضغط، ولا تتوفر هذه الشروط الخاصة، حسب علمنا، على أي كوكب آخر.

إن حجم الأرض الكبير وارتفاع كمية الأورانيوم والثوريوم والپوتاسيوم المشعة التي تحتويها قد أبقيا باطن الكوكب ساخناً. وقد شهدت الأرض تاريخاً جيولوجياً ناشطاً ومضطرباً، ولا يزال سطحها يتغير باستمرار.

وتقول النظرية السائدة إن القمر قد تكون في الأصل من المادّة التي تطايرت نتيجة تصادم حصل بين الأرض وكويكب بحجم المريخ تقريباً. وإن المادّة التي نتجت عن التصادم، بدأت بالدوران حول الأرض ثم التحمت وتكتلت لتشكيل القمر. ونجد مخططات أخرى لتكون القمر، لكن الكثير من العلماء المتخصصين في دراسة الكواكب يعتقد أن هذه النظرية هي الأكثر احتمالاً.

وقد تكونت المناطق الكثيرة الحفر على سطح القمر، والمعروفة بالأراضي، منذ حوالي ٤,٥ بلايين سنة. وقد تحفظت قشرة هذه المناطق على حالها تقريباً، باستثناء آثار الاصطدامات المتكررة مع أجرام أخرى. أما المناطق الداكنة من سطح القمر، والمعروفة بالبحار Mare، فيعتقد أنها تكونت من سيول الحمم. وبمرور الوقت، أدى وزن الحمم إلى حدوث صدوع، تُعرف بالأخاديد، في «الأراضي» المحيطة. ومنذ ذلك الوقت، بقي باطن القمر ساكناً.

Mars المريخ

يبلغ حجم المريخ نصف حجم الأرض تقريباً. ويتألف جو الكوكب في معظمه من ثاني أكسيد الكربون، وهو جو رقيق جداً يسلط ضغطاً على سطح الكوكب لا يتجاوز ١/١٠٠ من الضغط الذي يسلطه جو الأرض. وتختلف درجة الحرارة على سطح المريخ إلى حد بعيد خلال النهار، وتتراوح بين ١٩٠ كلفين تقريباً قبل الفجر مباشرة و ٢٤٠ كلفين تقريباً في فترة بعد الظهر. وفي مركز الكوكب، توجد على الأرجح نواة صغيرة من الحديد أو من سلفيد الحديد Iron Sulfide Core. وإذا كان للمريخ حقل مغنطيسي، فهو ضعيف جداً بحيث أن أيّاً من الأجهزة لم يتمكن من كشفه.

يدور المريخ، مثل الأرض، حول محور مائل. وبالتالي فإنّ مناخه يشهد تبدلات موسميّة (ظاهرة الفصول)، إذ يتلقّى أحد نصفي الكرة ثم نصف الكرة الآخر كمية أكبر من ضوء الشمس، أثناء دوران الكوكب حول الشمس. ونظراً إلى انخفاض درجة الحرارة والضغط، لا يمكن أن يوجد الماء السائل على سطح المريخ؛ ويوجد الماء على الكوكب على شكل جليد متراكم عند القطبين، وربما أيضاً كجليد محتجز تحت السطح، وعلى شكل بخار في الجو. ولكن الأدلة تشير إلى أن الكوكب قد عرف، ربما في الماضي، درجات حرارة وضغطاً جويّاً أكثر ارتفاعاً. وتُظهر الصور التي التقطتها مركبات الفايكنج المدارية، معالم سطحيّة شبيهة بمجري الأنهر

والأخاديد (من أثر المياه الجارية بعد المطر) الجافة. ويمكن أن تكون هذه المعالم قد تشكلت بفعل المطر والمياه السطحيّة الجارية، ولكنّها قد تكون أيضاً ناتجة عن المياه التحسّطية التي ارتشحت إلى السطح. وعلى الرغم من أن المريخ هامد تماماً اليوم، فقد شهد الكوكب في الماضي فترة من النشاط البركاني، بلغت ذروتها منذ بضعة مليارات سنة. ويرتفع على سطح المريخ أكبر بركان معروف في النظام الشمسي: أوليموس مونس. ويبلغ ارتفاع هذا البركان ٢٧ كيلومتراً، ما يجعله أعلى ثلاثة أضعاف من جبل إيفرست، ويغطي مساحة مساوية لولاية أريزونا في الولايات المتحدة. وينتصب البركان فوق هضبة تارسيس، وهي سهل مرتفع شاسع تنتشر فيه البراكين والصدوع الكبيرة. ويشكل فاليس مارينيريس، وهو واد هائل بطول ٤٠٠٠ كيلومتر تقريباً وعمق يتراوح بين ٤ و ١٠ كيلومترات، أكبر شبكة صدعية في السهل. تكونت على الأرجح هضبة تارسيس نتيجة ارتفاع كمية من مادّة الغلاف الخارجة. لكن هذه العملية لم تترافق بأي نشاط تكتوني صفائحي؛ وتشكّل سطح المريخ من صفيحة واحدة فقط. وتوزّع على سطح المريخ مناطق من السهول الملساء والامتدادات الكثيرة الحفر والميّسات (هضبات مستوية السطح متحدرة الجوانب) والتلال المتموجة الناتجة عن اتحاد عوامل عدّة مثل التصدّع والنشاط البركاني والتجوية والترسّب.

Jupiter المشتري

إن المشتري أكبر من جميع الكواكب الأخرى مجتمعة. ويُطلق الكوكب ما يقارب ضعف كمية الطاقة التي يتلقاها من الشمس؛ وهي الحرارة التي اكتسبها الكوكب أثناء تلاحمه، وأيضاً الحرارة التي تولّد نتيجة لانقباض الكوكب التدريجي. ويتميّز المشتري أيضاً بأقوى حقل مغنطيسي بين كواكب النظام الشمسي. ويمتد هذا الحقل على مسافة تفوق شعاع الكوكب بعشرة أضعاف، وهو مصدر طلاقات عنيفة من الضجيج أو التشويش الإشعاعي. يتألف المشتري بشكل رئيسي من الهيدروجين والهيليوم، وليس له سطح صلب بل طبقات من السحب الغازية. وفي مركز الكوكب، توجد على الأرجح نواة صخرية تفوق كتلتها كتلة كوكب الأرض بعشرة أضعاف. ويمكن أن تتجاوز درجات الحرارة في النواة ٢٥,٠٠٠ كلفين. ويحيط بالنواة خليط سائل من الهيدروجين والهيليوم تحوّل إلى شكل معدني تحت تأثير الضغط الشديد الذي تسلّطه طبقات الكوكب العلوية.

في تشرين الأول ١٩٨٩، أُطلقت المركبة الفضائية جاليليو باتجاه المشتري في رحلة دامت ست سنوات. وقد جُهّزت المركبة بمسبار أُطلق سنة ١٩٩٥ في جو المشتري لالتقاط صور لبعض مناطق الكوكب، خلال فترة تمتدّ على عامين.

عند مراقبة المشتري عبر التلسكوب، تبدو سحبه الخارجيّة كأحزمة داكنة ومناطق ساطعة تحيط بالكوكب، ويتراوح لونها بين الأصفر الضارب إلى السمرة والبني والرمادي. وتنتج هذه الألوان على الأرجح عن مركبات الشادر والكبريت. وتشكّل

▲ صورة لكوكب الزهرة أخذت من الفضاء الخارجي



بقعة المشتري الحمراء الكبيرة، أكثر معالم هذا الكوكب وضوحاً للعيان؛ وهي، في الحقيقة، عاصفة إعصارية هائلة يساوي حجمها حجم كوكبين مثل الأرض، موضوعين جنباً إلى جنب. وقد شاهد الفلكيون هذه البقعة من الأرض منذ أكبر من ٣٠٠ سنة.

يدور المشتري بسرعة كبيرة حول محوره، فيتم دورة واحدة في أقل من ١٠ ساعات. ونظراً إلى القوة النابذة الناتجة عن هذا الدوران السريع، فإن قطر المشتري عند خط الاستواء يفوق قطره بين قطب وآخر، ما يعطي الكوكب شكل كرة مفلطحة قليلاً.

تكوّن المشتري وأقماره الستة عشر المعروفة على الأرجح كنظام شمسي مصغر: كرة غازية كبيرة دوارة يحيط بها سديم كوكبي تلوّن في مأل الأمر لتشكيل الكوكب وأقماره. وتحيط بالمشتري مجموعة ضيقة من الحلقات، اكتشفها مركبة فويجر ١ سنة ١٩٧٩، وتتألف من حجارة صغيرة جداً وجسيمات من الغبار.

إن أقمار المشتري الأربعة الكبرى هي الأجرام الأولى في النظام الشمسي التي تم اكتشافها بالتلسكوب. وقد اكتشف جاليليو هذه الأقمار سنة ١٦١٠، لذا فهي تُعرف اليوم بالأقمار الجاليلية. وبحسب ترتيب بُعد الأقمار عن المشتري، تنتظم من أقربها إلى أبعدها على النحو التالي: إيو وأوروبا وجانيميد وكاليستو. يتكوّن إيو من الصخر، ويتميّز بلون برتقالي زاه ضارب إلى الصفرة وناتج عن وجود الكبريت بكميات كبيرة على سطح القمر. وأثناء دوران إيو في مداره الإهليلجي حول المشتري، يقترب ثم يبتعد باستمرار من الكوكب في حركة شبيهة بأسنان المنشار، وذلك نتيجة جاذبية المشتري القوية وجاذبية الأقمار الجاليلية الأخرى الأضعف تأثيراً. ويولّد هذا التأثير المعروف بالانثناء المدي والجزري، احتكاكاً داخلياً وحرارة في القمر. ولهذا السبب، فإن إيو يشهد نشاطاً بركانياً قوياً جداً؛ فقد سجّل فويجر ١ و٢ عشرة ثورانات بركانية على الأقل.

نظام زحل Saturn

إن زحل، مثل المشتري، كوكب غازي كبير يتألف بشكل رئيسي من الهيدروجين والهيليوم. ويشع زحل أيضاً كمية من الحرارة تساوي أكثر من ضعف الكمية التي يتلقاها من الشمس. وينتج هذا الفائض من الطاقة الحرارية من الحرارة الأولية، ومن الاحتكاك الذي يخلقه الهيليوم (العنصر الأثقل) أثناء غوصه تدريجياً في الهيدروجين باتجاه مركز الكوكب. ويمتلك زحل حقلاً مغنطيسياً تفوق قوته قوة حقل الأرض المغنطيسي بـ ١٠٠٠ ضعف، لكنه يبقى أضعف من حقل المشتري المغنطيسي. ويتميّز زحل بكثافة منخفضة جداً بحيث أنه يستطيع أن يطفو في محيط من الماء. ويمتلك زحل على الأرجح نواة شبيهة بنواة المشتري. وتغطي الكوكب أشربة من السحب، يشكّل بعضها أنماطاً إعصارية مثل سحب المشتري، لكن الألوان تبدو أخفّ من ألوان المشتري بسبب الضباب الجوي

الرقيق الذي يغطي الغيوم. وتحيط بزحل مجموعة مشهدة من الحلقات. وقد شاهد جاليليو هذه الحلقات في سنة ١٦١٠، لكنه لم يكتشف أنها حلقات، بل اعتقد أن زحل كوكب ثلاثي. وفي سنة ١٦٥٥، تمكن الفلكي الهولندي كريستيان هايجنز، الذي استعمل تلسكوباً أقوى، من رؤية حلقة مسطحة وصلبة في الظاهر حول زحل. وفي وقت لاحق، تمكن الفلكيون من رؤية عدد من الحلقات المستقلة.

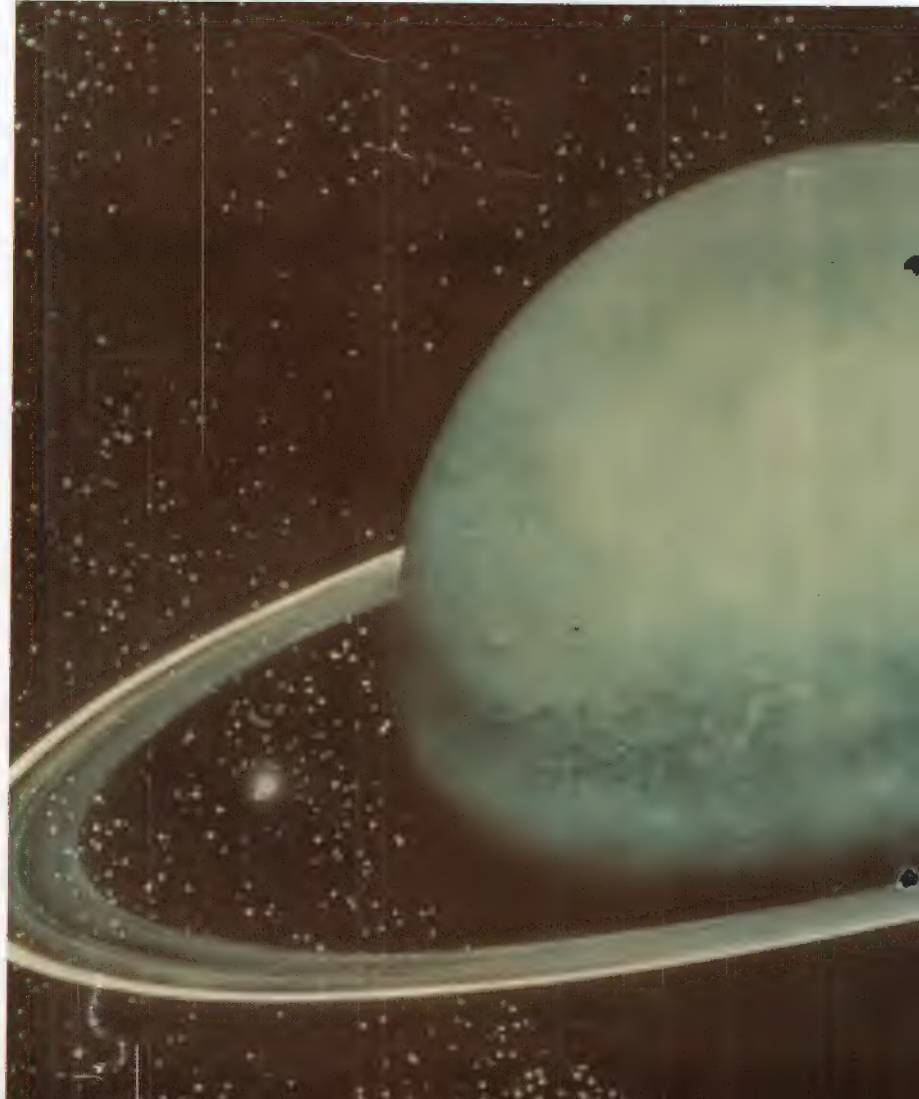
وكشفت آلات التصوير على متن المركبتين فويجر ١ و٢ أن هناك في الحقيقة آلاف الحلقات التي تمتد على بعد ٧٠٠٠ إلى ٧٤,٠٠٠ كيلومتر فوق جو زحل. وتتكوّن هذه الحلقات من الجليد والجسيمات المغلفة بالجليد التي تتراوح بين حجم ذرة الغبار وحجم البيت. وتنتظم الحلقات في مجموعات، يُشار إليها بالحلقة «أ» والحلقة «ب» وهلم جرا، باتجاه الداخل؛ وتُعرف الفُرجة بين الحلقتين «أ» و«ب» بفصل كاسيني. وقد التقطت آلات التصوير على متن فويجر، ظهور أشكال شعاعية داكنة في الحلقة «ب». وتبدأ هذه التكوينات كخطوط رفيعة، ثم تمتد على شكل مثلثات عند تجاوز الحلقات الداخلية السريعة الحلقات الخارجية. وتختفي هذه الأشكال بعد بضع ساعات.

أورانوس Uranus

أورانوس هو كوكب غازي كبير آخر شبيه بالمشتري وزحل. ويتميّز أورانوس بكثافة أكبر من الكوكبين الآخرين، ويتألف من الهيدروجين والهيليوم وكميات كبيرة من الماء، وعلى الأرجح بعض الميثان والثاند والصر والمعدن. ونظراً إلى وجود كميات ضئيلة من الميثان في طبقات الجو العليا، يتخذ الكوكب لوناً أخضر ضارباً إلى الزرق. ولا تتجاوز درجة الحرارة في طبقات الجو العليا ٦٠ كلفن، لكن درجة الحرارة ترتفع مع العمق. وتحت الغيوم الكثيفة، يمتدّ ربما محيط هائل من الماء، الذي يسخن على رغم درجة حرارته التي تصل إلى آلاف الدرجات بميزان كلفن، ولا يغلي بسبب الضغط الشديد الذي يسلطه عليه الجو الممتد فوقه. وتتألف نواة الكوكب على الأرجح من الصخر والمعدن.

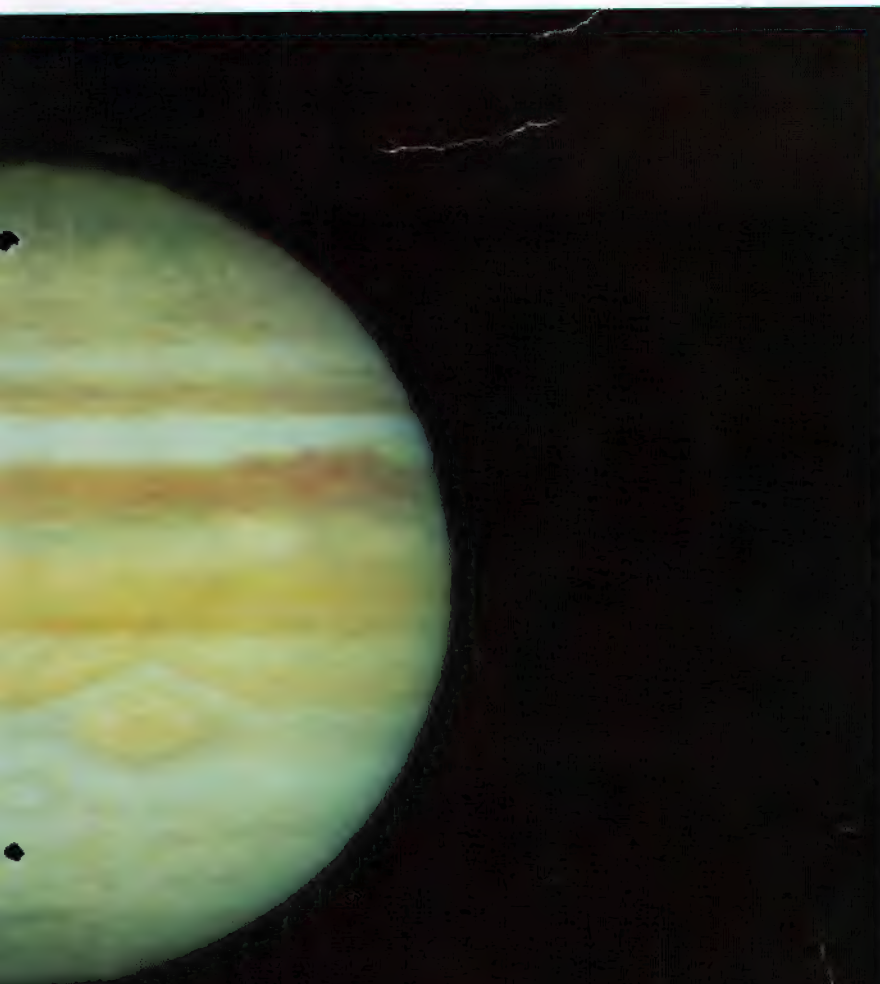
ويميل محور دوران أورانوس بدرجة كبيرة جداً، تصل إلى ٩٨ درجة، على خط افتراضي متعامد مع مستوى دائرة البروج (ومستوى دائرة البروج هو المستوى الافتراضي الناتج عن مدار الأرض حول الشمس لتشكيل سطح شاسع منبسط). وبالتالي فإن الكوكب يميل على جنبه مع امتداد القطب الشمالي تحت المستوى بقليل. وأثناء دوران أورانوس حول الشمس، الذي يستغرق ٨٤ عاماً، يواجه الكوكب أولاً أحد قطبيه باتجاه الشمس ثم خط استوائه وأخيراً قطبه الآخر. ويُعتقد أن تصادماً هائلاً بين أورانوس وجرم آخر، ربما مذنب كبير، قد يكون السبب في قلب الكوكب على جنبه. ويدور أورانوس حول محوره في حركة تراجعية، أو في اتجاه حركة عقارب الساعة، مرة واحدة تقريباً كل ١٧ ساعة. ويتمتع الكوكب

صورة لكوكب أورانوس أُخذت من الفضاء الخارجي





▲ صورة لكوكب زحل أخذت من الفضاء الخارجي



الأرض. وتُلاحظ تغيرات كبيرة في السطوع على بلوتون، ما يشير إلى أن سطحه غير منتظم. وقد استعمل الفلكيون هذه التغيرات في تحديد مدة دوران الكوكب حول نفسه، وهي ٦ أيام و٩ ساعات و١٧ دقيقة بحسب وقت الأرض.

يتميز بلوتون بمدار إهليلجي أكثر من مدارات الكواكب الأخرى، ومنحن ١٧ درجة على مستوى دائرة البروج. وعندما يكون الكوكب في نقطة الذنب (النقطة الأقرب من الشمس في مدار الكوكب)، يصبح أقرب إلى الشمس من نبتون. وقد دفع مدار بلوتون المختلف المركز وشبهه من الناحية الفيزيائية والطبيعية بأقمار مجلدة أخرى، إلى الاعتقاد أن أصل بلوتون مختلف عن باقي الكواكب. وتشير إحدى النظريات إلى أن بلوتون وشارون كانا ربما في الماضي قمرين لكوكب نبتون، لكنهما جُذبا بعيداً عن حقل جاذبية نبتون. إلا أن معظم العلماء يعتقدون اليوم أن هذه النظرية غير محتملة من الناحية الفيزيائية.

حركات الكواكب

تدور الكواكب حول الشمس في مدارات إهليلجية، حيث تكون الشمس في أحد مركزي الإهليلج (القطع الناقص). وتسير الكواكب في الاتجاه نفسه (في اتجاه معاكس لحركة عقارب الساعة عند النظر إليها من قطب الأرض الشمالي) وفي المستوى نفسه تقريباً.

كان الفلكي الألماني يوهانس كبلر أول من وصف حركات الكواكب المدارية الحقيقية بشكل صحيح، وكان ذلك في القرن السابع عشر. وقد صاغ كبلر ثلاثة قوانين اكتشف أنها تسوس حركة الكواكب: أولاً، إن مدارات الكواكب حول الشمس ليست دائرية تماماً، بل إهليلجية بشكل طفيف. ثانياً، إن سرعات دوران الكواكب حول الشمس تجعل الخط الوهمي المرسوم بين الكوكب والشمس يمر فوق مساحات متساوية في فترات متساوية من الزمن. ونتيجة لذلك، تسير الكواكب بسرعة أكبر عندما تقربها مداراتها من الشمس، وبسرعة أقل عندما تكون بعيدة عن الشمس. وينص قانون كبلر الثالث على أن مربع مدة دوران الكوكب حول الشمس متناسب طردياً مع مكعب متوسط بُعد الكوكب عن الشمس.

وإضافة إلى حركة الكواكب المدارية، تدور جميع الكواكب أيضاً حول محورها. ويدور معظمها من الغرب إلى الشرق، باستثناء الزهرة وأورانوس وبلوتون التي تدور من الشرق إلى الغرب. وتتعامد، إلى حد ما، محاور جميع الكواكب، باستثناء أورانوس وبلوتون، مع مستوى دائرة البروج. وتخضع الأقمار التي تدور حول الكواكب لقوانين الحركة المدارية التي تخضع لها الكواكب، وتتطابق تقريباً مستوياتها المدارية مع المستويات المدارية للكواكب التي تدور حولها. ويدور معظم الأقمار، بما فيها قمر الأرض، حول محاورها مرة واحدة في كل دورة حول الكوكب. ونتيجة لذلك، تُدير هذه الأقمار دائماً الجهة نفسها إلى الكوكب الذي تدور حوله.

بحقل مغناطيسي قوي ميل فيه القطب الشمالي المغنطيسي ٦٠ درجة (وهي درجة كبيرة جداً) عن القطب الشمالي الدوراني. لأورانوس ١٥ قمراً معروفاً، وتتألف هذه الأقمار بشكل رئيسي من الجليد، ويحمل سطحها عدداً كبيراً جداً من حفر التصادم. والأقمار الخمسة الكبيرة هي ميراندا وأريل وأمبريل وتيتانيا وأوبيرون. إن سطح أوبيرون قديم جداً ويحمل عدداً كبيراً جداً من الحفر، ما يشير إلى أن الجرم ظل غير ناشط جيولوجياً طوال القسم الأكبر من تاريخه. تغطي تيتانيا حفراً صغيرة فقط، وتظهر أدلة تشير إلى حصول نشاط جيولوجي في وقت مبكر من حياة القمر. أرييل هو أكثر أقمار أورانوس سطوعاً، في حين أن أمبريل هو أكثرها ظلاماً. ويتميز أرييل بسطح حديث التكوين يشمل على بعض الحفر الصغيرة والكثير من الصدوع وبعض مجاري الجليد الظاهرة. أما أمبريل فهو مظلم بشكل متساوٍ ويحمل الكثير من الحفر. ويشير لون السطح الداكن إلى أنه حديث التكوين نسبياً، لكن عدد الحفر الكبير يدل على أنه قديم.

نبتون Neptune

اكتُشف كوكب نبتون سنة ١٨٤٦، لكنه ظل شبه مجهول حتى حلقت فوقه «فويجر ٢»، سنة ١٩٨٩. يشبه نبتون أورانوس من حيث الحجم والتركيب. ويعطيه جوّه الكثيف المكوّن من الهيدروجين والهيليوم والقليل من النشادر والميثان، لوناً ضارباً إلى الزرقة.

وعلى غرار الكواكب الغازية الأخرى، يدور نبتون بسرعة حول محوره، فيقوم بدورة كل ١٦,٢ ساعة، كما أن قطره عند خط الإستواء أكبر قليلاً من قطره عند القطبين. وتبلغ درجة حرارة جوّه نبتون ما يقارب ٦٠ كلفين، أي إنها أعلى مما كان متوقّعاً لجرم بعيد إلى هذا الحد عن الشمس. وتشير درجة الحرارة الجوئية المرتفعة إلى أن لنبتون مصدر حرارة آخر، ربما كان باطنياً. ويملك الكوكب على الأرجح نواة صخرية يحيط بها ماء متجلّد وميثان سائل، ثم يحيط بهذه الطبقة غازا الهيدروجين والهيليوم.

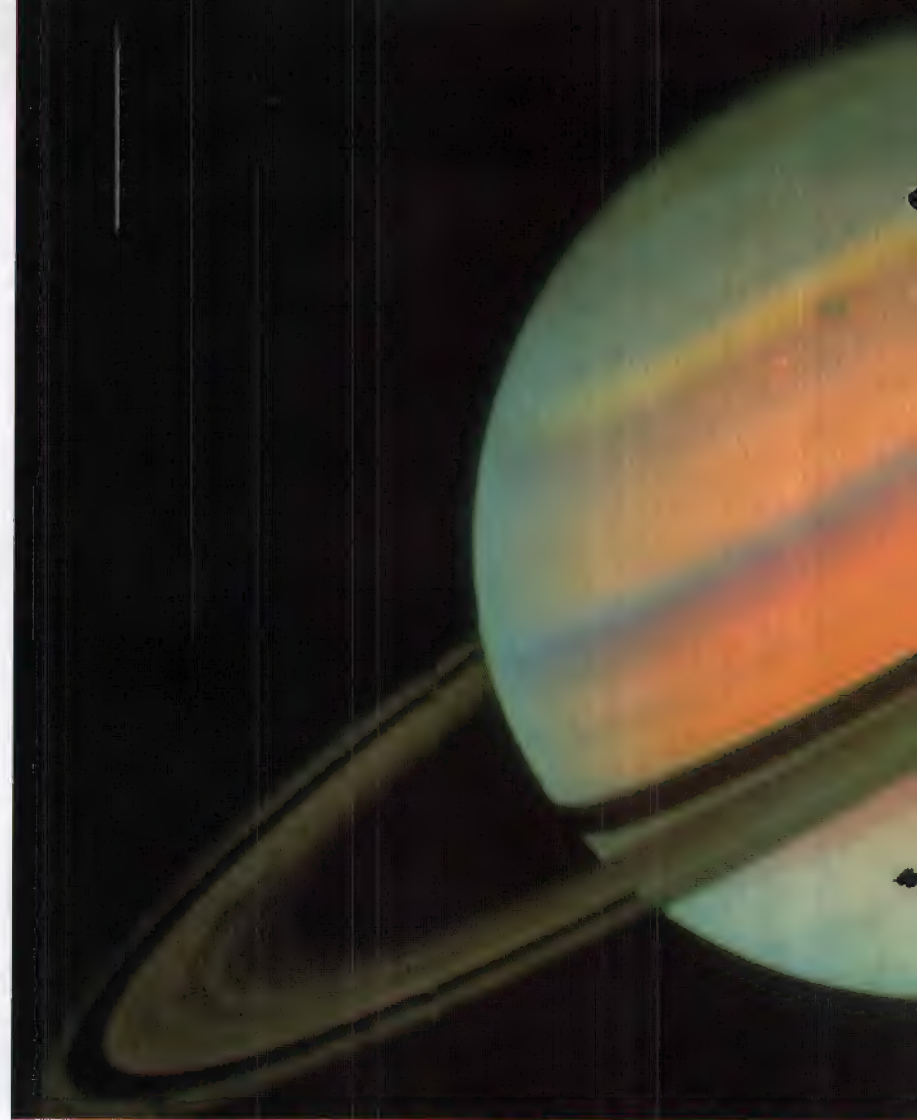
لنبتون ثمانية أقمار معروفة، أكبرها تريتون ونيرييد. ويدور تريتون، وهو أكبر الأقمار على الإطلاق، حول نبتون في اتجاه معاكس لاتجاه دوران معظم الأقمار الأخرى في النظام الشمسي. ويدور نيرييد حول الكوكب بحركة مباشرة في مدار مختلف المركز.

بلوتون وشارون Pluto and Charon

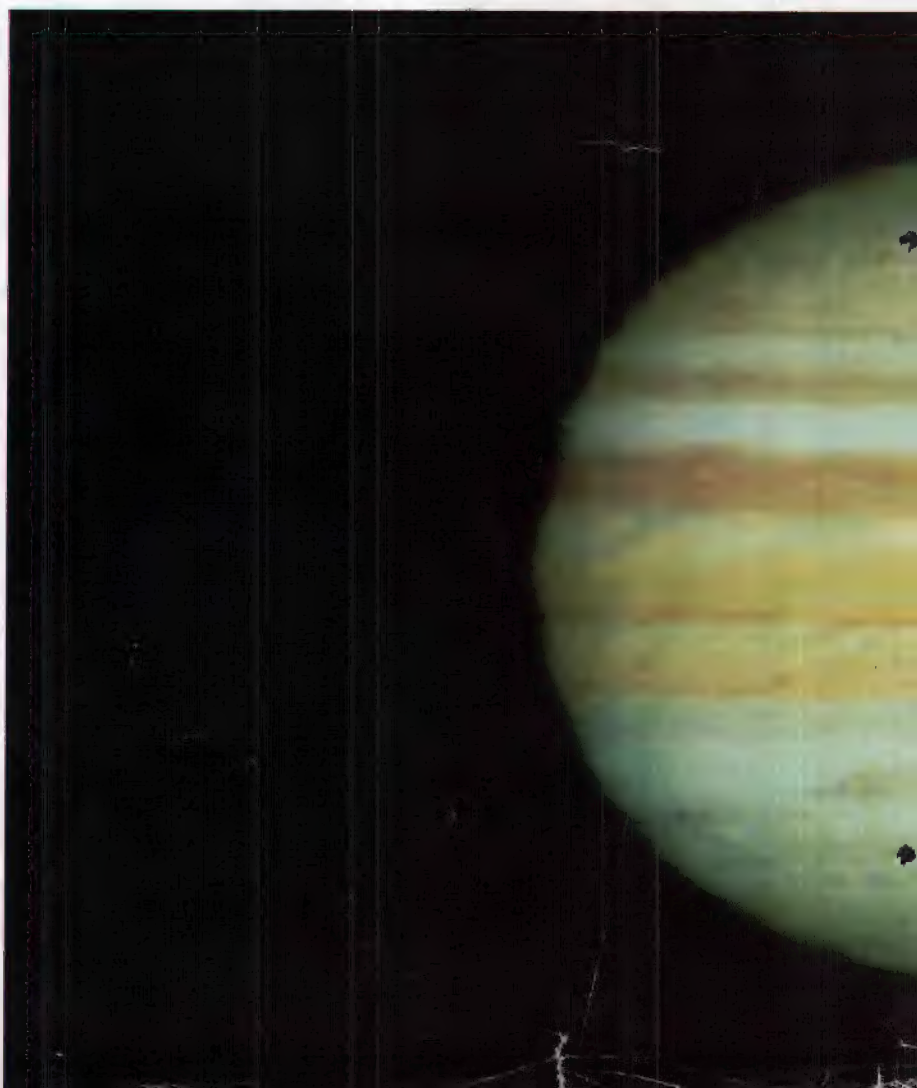
اكتُشف بلوتون سنة ١٩٣٠، لكن قمره شارون لم يُكتشف إلا في ١٩٧٨. وبلوتون هو كوكب صغير جداً ذو كثافة منخفضة ومكوّن على الأرجح من الجليد والصخر. ويشبه هذا الكوكب تيتان وبعض أقمار المشتري الجاليلية، لكنه أصغر منها بكثير. ويغطي صقيع الميثان وجليد الماء سطح هذا الكوكب الصغير. يُقدّر قطر بلوتون بحوالي ٢٢٤٠ كيلومتراً. ويبلغ قطر شارون حوالي ١٢٠٠ كيلومتر. إن كتلة بلوتون وشارون مجتمعين، هي أقل بـ ٤٥٠ مرة من كتلة

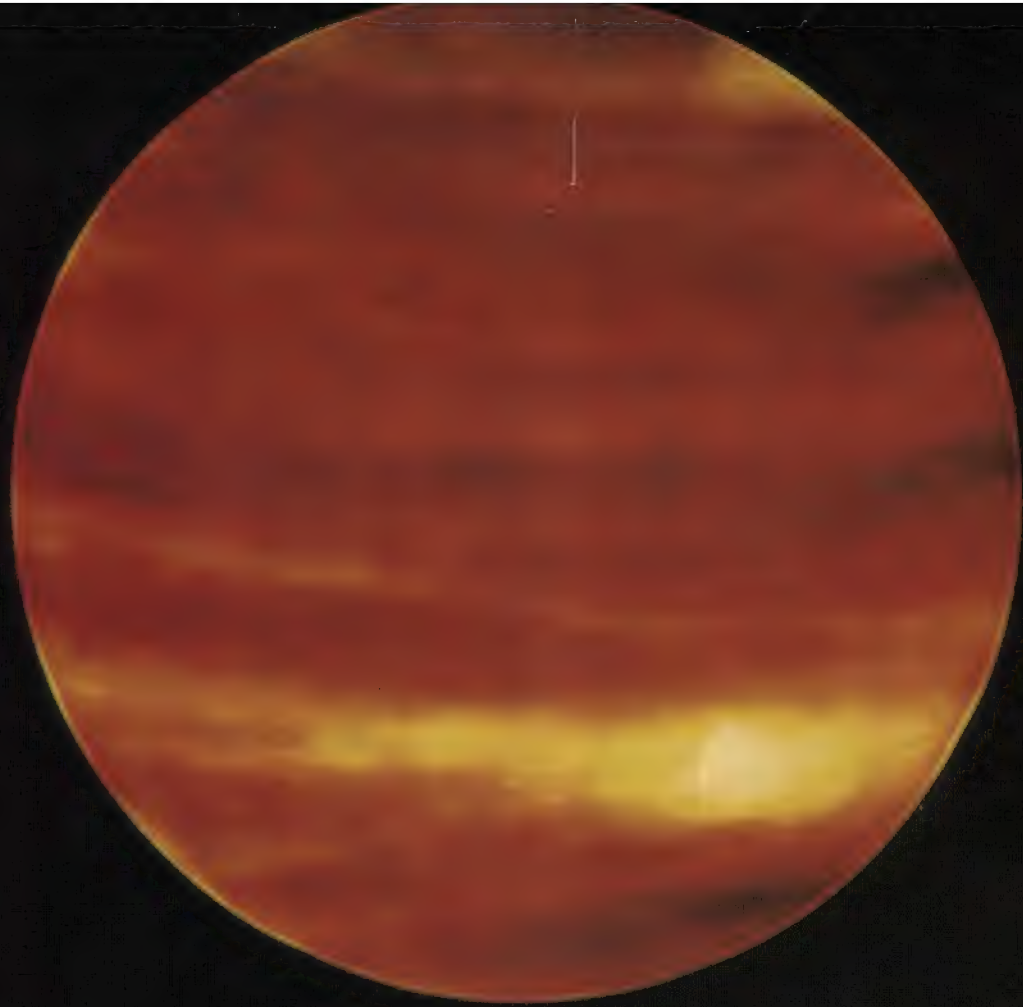


كوكب المريخ مع قمره



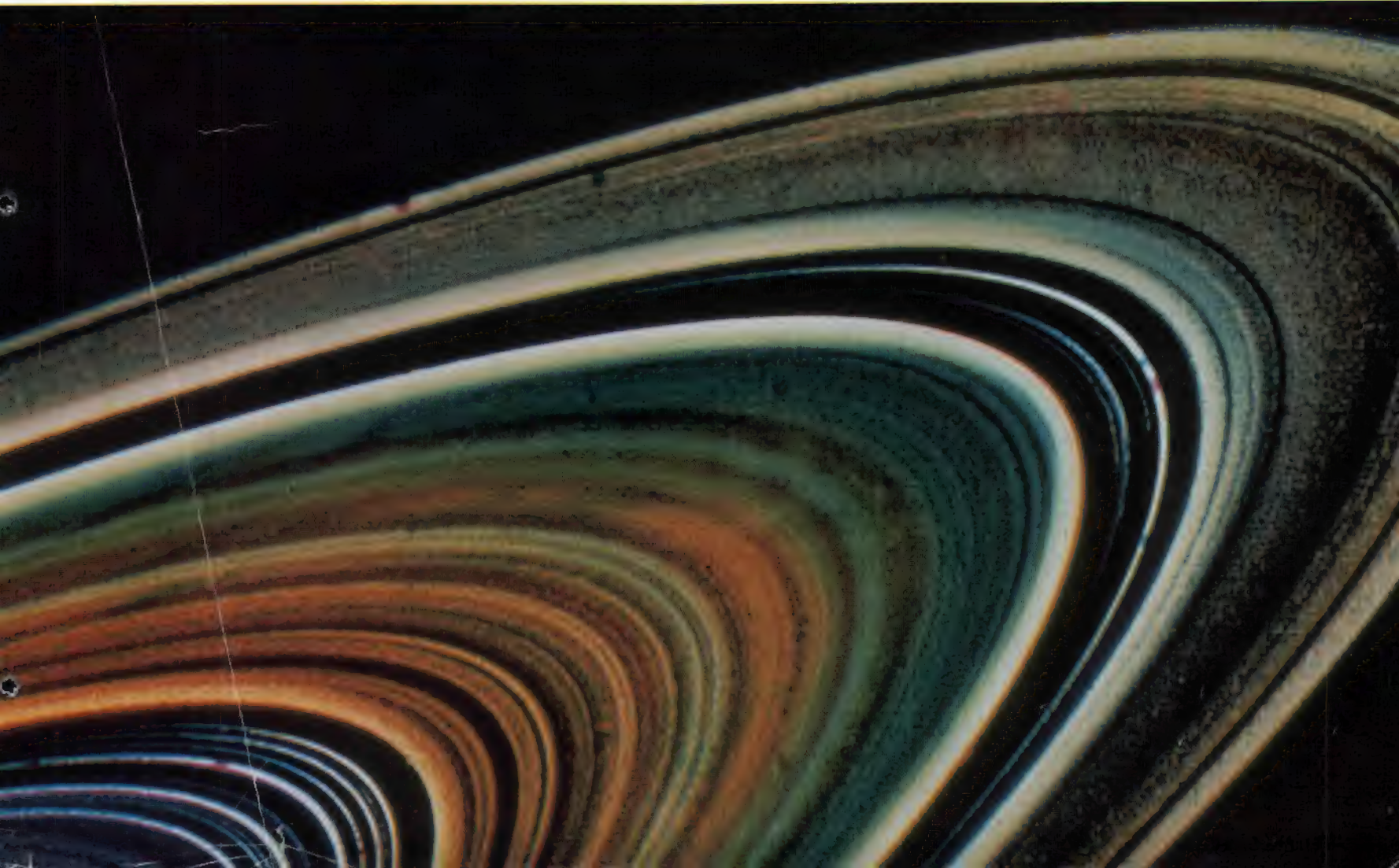
▼ صورة لكوكب المشتري أُخذت من الفضاء الخارجي





قمر إيو أحد أقرب أقمار المشتري الأربعة الكبرى والذي تم اكتشافه بتلسكوب جاليليو

الحلقات الغازية لكوكب زحل، كما التقطتها إحدى المركبات الفضائية

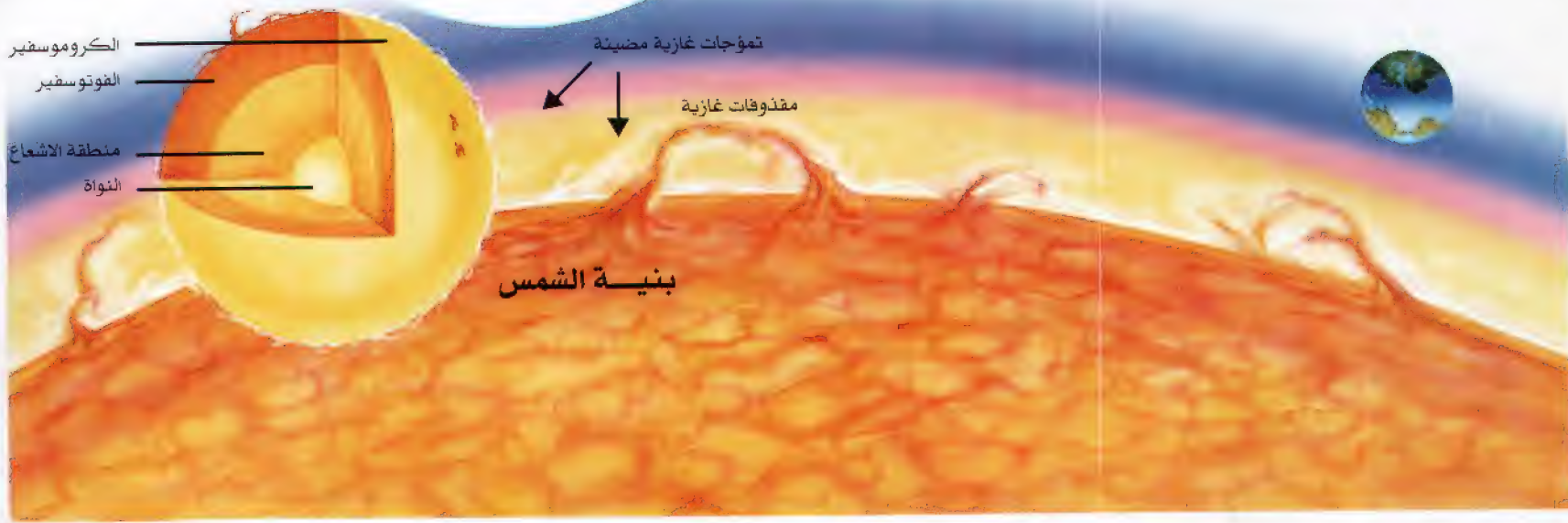




كوكب المشتري وقمره الثلجي

كوكب زئدا خارج النظام الشمسي





النظام الشمسي

تدفع الشمس في الفضاء بسرعة ٢٤٠ كيلومتراً في الثانية، وتسحب معها الكثير من الأجرام الأصغر حجماً. وتُعرف المجموعة التي تشكلها الشمس مع الأجرام المرافقة لها، بالنظام الشمسي. وتقوم هذه الأجرام معاً بدورة تدوم ٢٢٥ مليون سنة حول درب اللبانة. وبغض النظر عن الشمس، يتراوح حجم الأجسام التي تُؤلف النظام الشمسي، من كوكب المشتري العملاق إلى جسيمات مجهرية تُعرف بالجسيمات النيزكية الدقيقة وجسيمات أصغر حجماً - ذرات وجزيئات من الغاز البينكوكبي. وتشكل الأرض واحداً من أكبر الأجرام في النظام الشمسي، إلا أنها تُعتبر صغيرة جداً بالمقارنة مع الشمس أو المشتري.

لا يعلم الفلكيون تماماً إلى أي مسافة يمتد النظام الشمسي. وعندما يكون بلوتون في أبعد نقطة له عن الشمس (الأوج)، أي على مسافة ٧,٢ مليارات كيلومتر تقريباً، يصبح أبعد كوكب معروف في النظام الشمسي. إلا أن الكثير من المذنبات تدور في مدارات تُبعداها أكثر عن الشمس، حتى مسافة تفوق بمئات الأضعاف المسافة التي يصل إليها بلوتون. وحتى على هذه المسافات الهائلة، تبقى قوة الجذب التي تمارسها الشمس هي الطاغية وتتمكن من إعادة المذنب. ويشكل حوالى مئة بلون مذنب هالة رقيقة في الأنحاء الخارجية من النظام الشمسي. ويُشبه كل من هذه المذنبات كرة ثلجية عملاقة، يتراوح قطرها بين ٣٠ متراً و ٣٠,٠٠٠ متر.

النظام الشمسي في الفضاء

تشكل الشمس مركز النظام الشمسي، وهي عضو عادي جداً في مجموعة هائلة من النجوم تدور في كتلة هائلة لها شكل دولا ب الهواء، وتُعرف بمجرة درب اللبانة. وتحتوي المجرة على ما يقارب ١٠٠ بلون نجم.

يستعمل الفلكيون، في أكثر الأحوال، السنة الضوئية كوحدة لقياس المسافات الفلكية الهائلة. وتساوي السنة الضوئية المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، أو ٩,٤٠٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلومتر. ومن الأسهل التفكير بسنة ضوئية واحدة بدلاً من عدد كبير من الكيلومترات.

يبلغ قطر المجرة حوالى ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية. وأقرب جار إلى النظام الشمسي هو النظام الثلاثي

النجوم المعروف بالظلمان الرئيسي (ألفا) والقريب، والذي يبعد عن الشمس ٤,٣ سنوات ضوئية. وخارج درب اللبانة، هناك مليارات المجرات الأخرى التي تمتد في الفضاء. وبعض هذه المجرات أكبر من درب اللبانة، فيما بعضها الآخر أصغر منها بكثير. وتحتوي جميع هذه المجرات تقريباً على مليارات النجوم.

لا يستطيع الفلكيون رؤية طرف الكون، الذي يشكل الفضاء الشاسع المحتوي على المجرات وعلى جميع كمية المادة والطاقة الأخرى التي يُعرف بوجودها. ولكن، يُعتقد أن بعض المجرات والأجسام الأخرى التي تم رصدها، تقع على بعد يتراوح بين ٥ و ١٥ بليون سنة ضوئية من الشمس. ومقارنة مع هذه المسافات، يحتل نظامنا الشمسي حجماً ضئيلاً جداً في الفضاء.

أجزاء النظام الشمسي

قد يكون النظام الشمسي صغيراً جداً إذا ما قورن بالمسافات التي تقع عليها المجرات أو حتى بنجوم أخرى مجاورة، إلا أنه هائل مقارنة بالمسافات على الأرض. وهو أيضاً متنوع جداً، إذ تتراوح الأجرام التي تُؤلفه بين الشمس الغازية الحارة وبلوتون المتجلد والمظلم.

الشمس

الشمس هي العضو المركزي في النظام الشمسي. وتبقى قوة الجذب التي تمارسها الشمس، المكونات الأخرى في مدارات حولها، وتحكم بحركاتها. ويفوق وزن الشمس، إلى حد بعيد، وزن جميع مكونات النظام الشمسي الأخرى مجتمعة. وتحتوي الشمس في الحقيقة على أكثر من ٩٩٪ من الكتلة الإجمالية للنظام الشمسي.

إلا أن الشمس ليست سوى نجم متوسط الحجم؛ ولو كانت بعيدة عن الأرض مثل النجوم الأخرى، لما بدت أكبر حجماً أو أكثر سطوعاً من جيرانها. ولكن، بما أنها أقرب نجم إلينا والنجم الوحيد الذي يمكن مشاهدة تفاصيل سطحه، فهي تشكل أيضاً أحد أهم مصادر المعلومات المتوفرة للعلماء حول كيفية عمل النجوم وتطورها.

توفر الشمس جميع كمية الحرارة والضوء وأشكال الطاقة الأخرى اللازمة للحياة على كوكبنا. وتؤمن الشمس، في الواقع، كل طاقة النظام الشمسي تقريباً. وتحكم تجاذبها الثقالي بحركات (أو الطاقة الحركية) الكواكب والأجرام الأخرى. ويغمر

الإشعاع المنبعث من سطح الشمس الكواكب، وهو مصدر جميع الإشعاعات المغناطيسية الكهربائية التي تتلقاها، باستثناء بعض كميات الإشعاع الضعيفة التي تأتي من ضوء النجوم الباهت وتحطم المواد المشعة على الكواكب والإشعاعات ذات الموجة الطويلة التي يطلقها كوكب المشتري والموجات الإشعاعية الراديوية والأشعة السينية من الفضاء البعيد.

الكواكب

تدور الكواكب حول الشمس في مدارات منتظمة شبه دائرية. وأقرب مدار إلى الشمس هو مدار عطارد، يليه مدار الزهرة، ثم الأرض والمريخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون وأخيراً بلوتون. ويتميز مدار بلوتون بكونه إهليلجياً أكثر من مدار أي كوكب آخر. وعندما يكون بلوتون في أقرب نقطة في مداره إلى الشمس (الحضيض الشمسي أو نقطة الذنب) يكون أقرب إلى الشمس من نبتون.

تشابه حركات الكواكب في الكثير من الأوجه. فجميع الكواكب تدور حول الشمس في المستوى نفسه تقريباً، وهو مستوى خط استواء الشمس. ويشكل بلوتون الكوكب الأكثر اختلافاً من هذه الناحية، إذ أن مستواه المداري يشكل زاوية من ١٧° تقريباً مع مستوى مدار الأرض حول الشمس. ويليه عطارد الذي يشكل زاوية من ٦° مع مستوى الأرض المداري. وتقع مستويات مدارات الكواكب الأخرى ضمن فارق لا يتعدى ٣,٥° من مدار الأرض.

ويمكن تصنيف الكواكب بحسب قربها إلى الشمس، أو وفقاً لخصائصها الطبيعية. فعلى سبيل المثال، يُطلق على عطارد والزهرة، اللذين يقع مداراهما بين الشمس والأرض، اسم الكوكبين السفليين. وتُعرف الكواكب التي تقع مداراتها بعد مدار الأرض نسبة إلى الشمس، بالكواكب العلوية. ويمكن أيضاً تقسيم الكواكب، وفقاً لموقعها، إلى كواكب داخلية (عطارد والزهرة والأرض والمريخ) وكواكب خارجية (المشتري وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتون).

ويعود السبب في هذا التقسيم إلى أن الكواكب الداخلية الأربعة تشابه من حيث التركيب - صخر سليكوني وحديد بنسب مختلفة - في حين أن الكواكب الخارجية الأربعة الرئيسية (من المشتري إلى نبتون) هي كواكب هائلة الحجم وقليلة الكثافة، وتتميز بجو غازي سميك. وتتألف هذه الكواكب بشكل رئيسي من الهيدروجين والهيليوم في الشكلين

السائل والغازي. وبشكل بلوتون حالة استثنائية، فهو أصغر بكثير من الكواكب الأخرى، ويتكوّن من الجليد والصخر.

ويدور حول سبعة من هذه الكواكب أجرام أصغر حجماً: الأقمار الطبيعية. ويحتل زحل المرتبة الأولى من حيث عدد الأقمار، إذ يدور حوله أكثر من ٢٠ قمراً. ولكل من الأرض وبلوتون قمر واحد فقط. ونظراً إلى كبر حجم هذين القمرين نسبة إلى الكوكبين اللذين يدوران حولهما، فإن كلا من هذين النظامين المؤلفين من كوكب وقمر يُعتبر أحياناً كوكباً مزدوجاً. ويفوق حجم كل من جانيמיד (أحد أقمار المشتري) وتيتان (أحد أقمار زحل) حجم كوكب عطارد. وتتألف الحلقات المحيطة بالمشتري وأورانوس ونبتون من عدد لا يُحصى من الأقمار الصغيرة جداً.

الكويكبات

هناك الكثير من الأجرام الصغيرة التي تدور حول الشمس في مدارات تقع، في معظمها، بين كوكبي المريخ والمشتري. وتُعرف هذه الأجرام بالكويكبات أو الشيرتات. وأكبر هذه الكويكبات هو سيريس الذي يتجاوز قطره ٩٦٠ كيلومتراً. لكن عدداً قليلاً فقط من الكويكبات، لها قطر يتجاوز ١٦٠ كيلومتراً؛ ولا يتجاوز قطر معظم الكويكبات المعروفة ١,٦ كيلومتر. ويُقدّر أن هناك ملايين الكويكبات بحجم صخرة ضخمة تدور حول الشمس في النظام الشمسي.

ولا تصل الكتلة الإجمالية لجميع الكويكبات الموجودة في النظام الشمسي إلى أكبر من ثلاثة أضعاف كتلة سيريس. ويعتقد العلماء أن الكثير من الكويكبات الأصغر حجماً هي شظايا ناتجة عن الاصطدامات بين الكويكبات الأكبر حجماً. وقد يصطدم بعض هذه الشظايا بالأرض في شكل حجارة نيزكية. ويتمكن العلماء، عند ذلك، من تحديد تركيبها وعمرها. ويُعتقد أن بعض الكويكبات تحتوي على عينات من المواد الأولى التي التحمت في السحابة العظمى، التي يُظن أن النظام الشمسي قد تكون منها.

المذنبات

بين الحين والآخر، وعلى فترات غير منتظمة، تظهر في السماء بقعة من الضوء غير واضحة تماماً، ومصحوبة أحياناً بذنب يخرج منها. تقدّم هذه المذنبات مظهراً مشهدياً رائعاً، لكنها قليلة الحدوث. فإن معظم المذنبات التي تُرصد كل سنة، لا تلمر إلا بالتلسكوب. ولكن، بين الفينة والفينة، يظهر مذنب

يمكن رؤيته بالعين المجردة؛ وبضع مَرَّات في كل قرن، يظهر مذنبٌ يمكن رؤيته حتى في النهار. تحتوي المذنبات على جسيمات غبار وعلى جليد الكثير من المواد التي توجد بشكلها الغازي على الأرض. وعند اقتراب المذنب من الشمس، يتحول الجليد إلى بخار ويشكل ذوابة غازية ضبابية حول الكتلة المتبقية من الجسيمات الصلبة التي تُعرف بالنواة. وكلما اقترب المذنب من الشمس، تزداد كمية المادة المتبخرة. ويقوم الإشعاع والجسيمات الشديدة الطاقة الصادرة عن الشمس بدفع هذه المادة بعيداً عن المذنب، على شكل ذنب طويل يتجه دائماً بعيداً عن الشمس.

وقد تمكن الفلكيون من تحديد كتلة المذنب، لأن المذنب لا يكون كبيراً بالقدر الكافي ليؤثر في مدارات الأجرام التي يدنو منها. فعلى سبيل المثال، مَرَّ أحد المذنبات قرب أقمار المشتري دون أن يؤثر في حركتها المدارية. لكن مدار المذنب قُصِّر إلى ربع طوله الأصلي.

وقد سمحت هذه الوقائع للفلكيين باستنتاج أن كتلة المذنبات لا تتجاوز جزءاً من البليون من كتلة الأرض، وأن لمعظمها على الأرجح كتلة أصغر من ذلك. يحتوي المذنب على نواة متجلدة بقطر ١,٥ كيلومتر أو أكثر. وتندفع الغازات والجسيمات الدقيقة مبتعدة عن النواة، مع تفتت النواة في حرارة الشمس. وتفتت المذنبات بشكل كامل، فتنتهي كحشد مندفع من الجسيمات الدقيقة، أو تظهر في مأل الأمر على شكل أجرام عديمة الذنب شبيهة بكويكبات تواصل دورانها حول الشمس.

المادة بين الكواكب

تدور كمية كبيرة من المادة - حطام من المذنبات وشظايا صخرية ومعدنية مثل الكويكبات الصغيرة جداً - في الفضاء بين الكواكب. وتُعرف هذه الشظايا بالجسيمات النيزكية. وكثيراً ما يصطدم جسيم نيزكي بجو الأرض، حيث يتبخّر عادة بسبب الحرارة الناتجة عن احتكاكه بجزيئات الهواء. ويُعرف خطّ النور الذي ينشأ خلال تبخر الجسيم، بالشهاب (أو النيزك أو الأثر النيزكي). ويحدث أحياناً أن تبلغ قطع كبيرة من الصخر والمعدن سطح الأرض دون أن تتبدد تبدداً كاملاً؛ وتُعرف هذه البقايا بالحجارة النيزكية أو الرُجُم.

وتوجد في الفضاء بين الكواكب جسيمات أصغر حتى من الجسيمات النيزكية. وتتساقط الجسيمات البالغة الصغر (لا يتجاوز قطرها جزءاً من خمسة آلاف من السنتيمتر) على الأرض في وابل متواصل. ويقدر بعض الفلكيين أن حوالي ١٠٠ طن من هذه الجسيمات النيزكية، تصل إلى الأرض كل يوم.

والجسيمات النيزكية هي جسيمات من الغبار البينكوكبي. ويبدو أن هذا الغبار يصبح كثيفاً جداً على طول مستوى مدارات الكواكب حول الشمس، الذي هو أيضاً مستوى كوكبات البروج^(١). وفي الليالي الصافية، يمكن رؤية وهج خفيف على طول خط دائرة البروج، بعد غروب الشمس مباشرة أو قبل شروقها مباشرة. ويكون هذا الوهج أحياناً يمثل لمعان درب اللبانة. ويعتقد العلماء أن ذلك ناتج عن انعكاس ضوء الشمس على الغبار البينكوكبي المتركز على طول مستوى مدارات الكواكب.

وتطلق الشمس كمية كبيرة من المادة في الفضاء الشاسع الذي يفصل بين الكواكب. فمع دفع الإشعاع الذي يخرج بشكل متواصل من السطح، تطلق الشمس جسيمات مشحونة كهربائياً - إلكترونات ونوى ذرية - ويُعرف هذا السيل بالرياح الشمسية، التي تنتشر إلى أبعد من الكواكب وتخرج من النظام الشمسي. ويؤدي اصطدام الرياح الشمسية بالأرض إلى حدوث الشفق القطبي.

المسابير الفضائية

أضاف الإنسان الكثير من الأجسام إلى النظام الشمسي. فمنذ إطلاق سبوتنيك ١ في سنة ١٩٥٧، غادر الأرض عدد كبير من المسابير الفضائية والأقمار الصناعية. وتوفّر الأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض، معلومات حول الظروف السائدة في طبقات الجو العليا وفي المنطقة التي تمتد فوق الجو مباشرة. وقد أُجريت دراسات حول حقل الأرض المغنطيسي، والإشعاع الشمسي عند التقائه جو الأرض، وتركيب وكثافة الجسيمات النيزكية وجسيمات الرياح الشمسية التي تحيط بجو الأرض.

هبط عدد من المسابير والمركبات الفضائية المأهولة على سطح القمر. كما أُرسِلت مسابير غير مأهولة إلى الزهرة والمريخ والمشتري. وقد جُهزت هذه المسابير بأجهزة وأدوات تسمح بدراسة الأحوال السائدة (درجة الحرارة، الضغط، الكثافة، التركيب الكيميائي) في أجواء هذه الكواكب وعلى سطوحها.

ماضي النظام الشمسي ومستقبله

تقدّم العلماء بنظريات مختلفة لتفسير كيفية تكوّن النظام الشمسي. ونظراً إلى أن الأمر قد حدث منذ زمن بعيد جداً وأن المسافات التي تقتضيها هذه العملية هي مسافات هائلة بالمقاييس الأرضية، فإنه من الصعب جداً الحصول على أدلة كافية لاختبار نظريات أصل النظام الشمسي. وتبقى المعلومات التي توفّرها المسابير الفضائية أهم مصدر للأدلة.

وتنصّ نظرية الكوكب الأولي، التي جاء بها جرارد ب. كوير وتوماس شراودر شامبرلين، على أن النظام الشمسي تشكل كنتاج ثانوي لتكوّن الشمس. وتقول هذه النظرية إن سحابة ضخمة من المادة البينجمية انقبضت وشكّلت السديم الشمسي، الذي تكثف مركزه وأصبح ما يُعرف بالشمس الأولية. ومع دوران الجزء الخارجي من السحابة حول الشمس الأولية، أدت الجاذبية إلى تشكّل تكتلات كثيفة داخل السديم الشمسي. وانقبضت هذه التكتلات لتشكيل كواكب أولية تدور حول نفسها ببطء. ومع انقباض الشمس الأولية بسبب قوة الجاذبية، ارتفعت حرارتها وطردت معظم ما تبقى من السحابة في الفضاء. وفقدت الكواكب الأولية أيضاً غلافاتها الخارجية، لكن ما بقي منها كان كافياً لينقبض ويشكّل الكواكب الحالية. وعلى مقياس أصغر، تطوّرت الأقمار الأولية إلى أقمار.

يتوقّف مستقبل النظام الشمسي على الأرجح على سلوك الشمس. فإذا كانت النظريات الحالية حول تطوّر النجوم صحيحة، فستبقى الشمس بحجمها الحالي وعلى درجة حرارتها الحالية، لمدة ٤ أو ٥ بلايين سنة أخرى. ومع انقضاء هذه المدة، تكون الشمس قد حرقت جميع كمية الهيدروجين التي تحتوي عليها.

وستبدأ عندها تفاعلات نووية أخرى تشمل الهيليوم وذرات أثقل وزناً. ثم يبدأ حجم الشمس ولمعانها بالازدياد، وتتحول إلى عملاق أحمر يمتد إلى ما بعد مدار الزهرة، وربما أيضاً يتلغ الأرض. وفي وقت لاحق، بعد أن تكون جميع مصادر الطاقة النووية قد نفذت تماماً، ستبدأ الشمس بالانتراد والتحول إلى نجم قزم أبيض. ومع انخفاض درجة الحرارة، يتحوّل القزم الأبيض بدوره إلى قزم أسود كثيف وغير مُضيء مكون من المادة الهامدة. وسيدور حول هذا النجم الميت ما تبقى من الكواكب، وقد تحوّلت إلى أجرام متجلدة.

موقع الشمس في الكون

يُطلق الفلكيون اصطلاحاً على متوسط المسافة بين الأرض والشمس اسم الوحدة الفلكية، وهي تساوي ١٤٩,٥٩٧,٨٧٠ كيلومتراً. ويبلغ شعاع الشمس حوالي ٦٩٢,٠٠٠ كيلومتر، أو ما يعادل ١٠٩,٣ أضعاف شعاع الأرض، ما يجعل حجم الشمس حوالي ١,٣٠٦,٠٠٠ ضعف حجم الأرض. وقد وجد الفلكيون، من طريق الحساب، أن كتلة الشمس، أو كمية المادة التي تحتويها، تفوق بحوالي ٣٣٣,٤٠٠ ضعف كتلة الأرض.

يقطع شعاع الضوء الذي تطلقه الشمس، الفضاء بسرعة ٢٩٨,٠٥١ كيلومتراً في الثانية تقريباً، فيحتاج إلى حوالي ٨ دقائق و١٩ ثانية ليصل إلى الأرض؛ ويحتاج الضوء القادم من النجوم الأخرى إلى وقت أطول لبلوغ الأرض. فيستغرق، مثلاً، الضوء الآتي من أقرب النجوم إلينا بعد الشمس - نجم الظلمان الرئيسي - أكثر من أربع سنوات ليصل إلى الأرض، ويحتاج الضوء القادم من مركز مجرتنا - درب اللبانة - إلى آلاف السنوات ليصل إلى الأرض. ونظراً إلى أن الشمس قريبة جداً منا، فهي تبدو أكبر بكثير من النجوم الأخرى. وتبدو النجوم من الأرض كنقاط من الضوء، حتى عندما يجري رصدها بأقوى التلسكوبات.

تختلف النجوم اختلافاً كبيراً من حيث الحجم واللون. وتتراوح بين النجوم العملاقة، التي يفوق حجمها حجم الشمس إلى حد بعيد، والنجوم القزمة، التي يمكن أن تكون أصغر من الشمس بكثير. أما لجهة اللون، فتتراوح بين النجوم الزرقاء الضاربة إلى البياض التي تتميز بدرجات حرارة سطحية مرتفعة جداً (أكثر من ٣٠,٠٠٠ كلفن أو ٢٠,٢١٢° مئوية)، ونجوم حمراء باردة نسبياً (أقل من ٣٥٠٠ كلفن أو ٢٢٠٦° مئوية). والشمس هي نجم قزم أصفر، وهو نوع من النجوم الشائعة الوجود في درب اللبانة؛ وتبلغ درجة حرارة الشمس السطحية حوالي ٥٨٠٠ كلفن أو ٣٧٧٨° مئوية.

دراسة الشمس

استعمل التلسكوب في دراسة الشمس منذ سنة ١٦١٠. ويسمح التلسكوب للعلماء بوصف مظهر الشمس، ومراقبة حركة البقع الشمسية، وقياس دوران الشمس حول محورها. وقد تمّ اختراع التلسكوب البرقي الشمسي، وهو تلسكوب عمودي خاص، لدراسة الشمس. ويسمح طوله البؤري الكبير بإعطاء صور كبيرة جداً عن الشمس (بقطر قد يتجاوز ٧٥ سنتيمتراً). ويُستعمل تلسكوب

خاص آخر لدراسة طفافة الشمس (جو الشمس). ويقوم هذا الجهاز بحجب الضوء المباشر الصادر عن قرص الشمس، ويسمح برؤية جو الشمس الخارجي القليل السطوع الذي يُعرف بالطفافة أو الهالة. وعندما يمرّ شعاع من الضوء عبر مشور^(٢) أو مُحرّزة لحيود، ينقسم إلى مجموعة من الألوان تُعرف بالطيف. ويحلّل العلماء هذا الطيف لتحديد نوع المواد الكيميائية التي تؤلّف الشمس وكميتها وموقعها وحالتها الفيزيائية.

في سنة ١٨١٤، بدأ جوزف فون فراونهوفر بدراسة شاملة للطيف الشمسي. ووجد أن عدداً كبيراً من الخطوط الداكنة تقطع الطيف، وهي تُعرف اليوم بخطوط الامتصاص أو خطوط فراونهوفر. وفي أثناء ذلك، انصرف علماء آخرون إلى دراسة الضوء الذي تطلقه العناصر الغازية وتمتصّه عندما تُسخّن في المختبر. واكتشف هؤلاء العلماء أن كل عنصر يعطي دائماً مجموعة من خطوط الانبعاث الخاصة به وحده. وتبيّن أن الخطّ الشمسي الداكن الذي أسماه فراونهوفر الخطّ «د» يحتلّ دائماً، في الطيف، الموضع الذي يحتله الخطّ الساطع الذي يعطيه الصوديوم عندما يُسخّن في المختبر.

ويتفق العلماء اليوم على أن الخطوط الداكنة تمثّل العناصر الموجودة في جو الشمس. ويعود لون الخطوط الداكن إلى أن العناصر في جو الشمس تمتصّ الخطوط الساطعة التي يطلّتها العنصر في قرص الشمس.

وقد وُفِّر ربط خطوط الطيف بالعناصر التي تطلّتها أو تمتصّها، وسيلة لدراسة تركيب سطح الشمس. وقد تبيّن أن جميع العناصر تقريباً المعروفة على الأرض موجودة أيضاً في الشمس. وأظهرت الدراسات على الطيف الشمسي أن الهيدروجين يؤلّف حوالي ٩٢٪ من جو الشمس، والهيليوم حوالي ٨٪. ويحتوي جو الشمس أيضاً على الكربون والنيتروجين والأكسجين والصوديوم وعناصر أخرى.

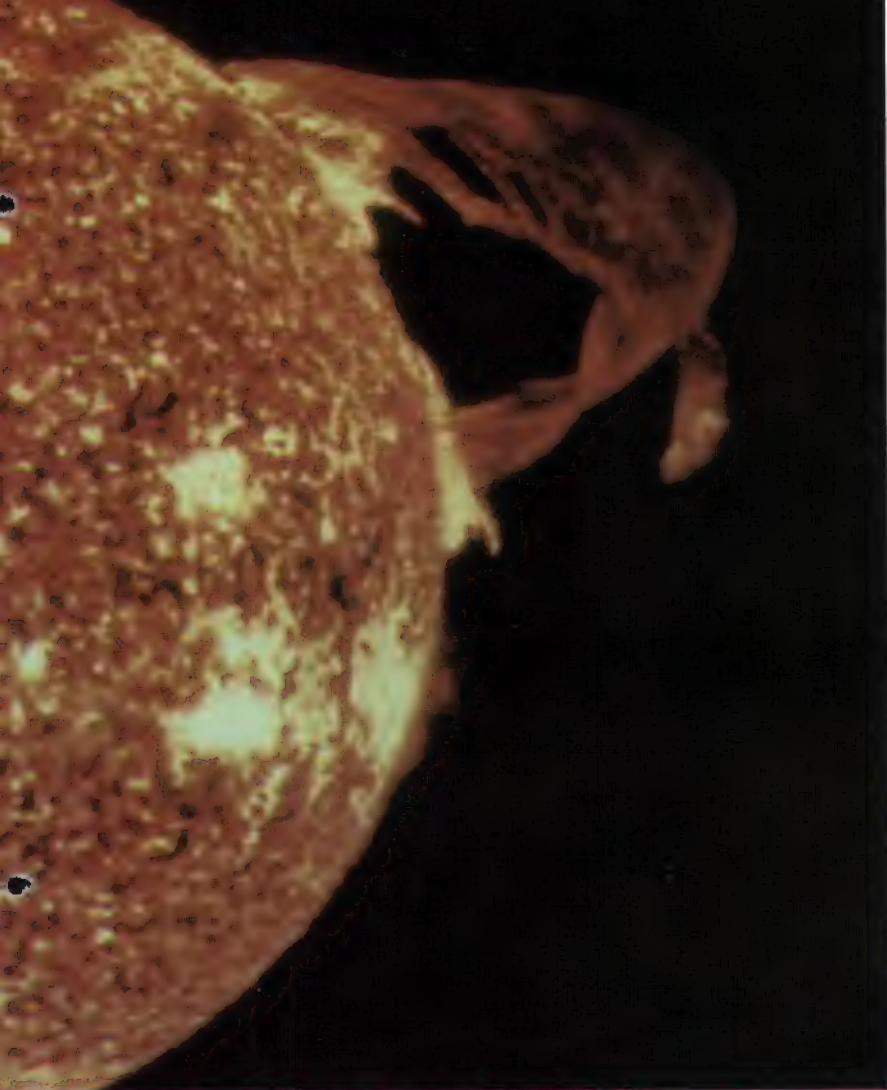
وتُستعمل أيضاً مرسمة الطيف الشمسي والمُرّشح المزدوج الانكسار، لدراسة جو الشمس. ويستطيع كلا الجهازين قصر الضوء الذي يمرّ عبرهما، على مجموعة صغيرة جداً من الأطوال الموجية، مثل الضوء الأحمر الذي يطلّعه الهيدروجين أو الضوء البنفسجي الذي يطلّعه الكالسيوم.

في سنة ١٩٤٢، اكتشف العلماء أن الشمس تطلق أيضاً موجات راديّة (اشعاعية، لاسلكية) إلى جانب الاشعاعات الشمسية المعروفة، مثل الضوء والأشعة السينية (أشعة إكس). وأحد أسباب هذه الموجات الراديّة هو الحركة الحرارية للذرات في جو الشمس. وقد أظهرت الدراسات التي أجريت بالتلسكوبات اللاسلكية أن الموجات الراديّة تنبعث من مجال أكبر من جو الشمس المرئي، ما يدلّ على أن جو الشمس يمتدّ إلى أبعد ممّا يمكن رؤيته.

على الأرض، تكون فعالية التلسكوب محدودة لأن جو الأرض يمتصّ قسماً كبيراً من إشعاع الشمس. لذا، فمع تقدّم علوم الفضاء، أُطلّقت صواريخ وأقمار صناعية فوق جو الأرض، وقد جُهزت بأدوات وأجهزة سمحت بملاء الفرجات الفارغة في الطيف الشمسي.

(١) البروج: دائرة ترسمها الشمس في سیرها في السماء في سنة واحدة، وتنقسم الدائرة إلى اثني عشر، كلّ واحد منها ٣٠ درجة. أسماء المعاصرون عن غير حاجة الدائرة الكسوفية.

(٢) المشور: مجسم من بؤر قاعدته مظلة الأضلاع.



مقدوفات غازية، كما التقطها تلسكوب هابل



نواة الشمس العنيفة

تبدو الشمس ككرة مشتعلة. وهي غالباً ما تُصوَّر كدائرة محاطة بألسنة اللهب. لكن حرارة الشمس تبلغ درجات في غاية الارتفاع، بحيث أنه لا يمكن لأي تفاعل كيميائي مثل التفاعلات التي تحدث على الأرض، كالاحتراق مثلاً، أن يحدث على سطحها. ثم لو أن الاحتراق هو الذي يولد طاقة الشمس، لكانت قد نفدت من الوقود منذ ملايين السنين.

وقد تقدّم العلماء بنظريات مختلفة لتفسير الطاقة الهائلة التي تطلقها الشمس. وتنص إحدى النظريات على أن جميع جسيمات المادة الموجودة في الشمس تمارس تجاذباً ثقالياً، الواحد على الآخر، ما يؤدي إلى انكماش الشمس وتراصها. إن هذه العملية، المعروفة بالانقباض الثقالي، تحدث فعلياً في بعض النجوم، ويمكن أن تطلق كمية كبيرة من الطاقة. إلا أن الانقباض الثقالي لا يستطيع توليد الطاقة لأكثر من ٥٠ مليون سنة كحد أقصى، في حين أن عمر الشمس لا يمكن أن يكون أقل من عمر الأرض الذي يساوي ٤,٥ بلايين سنة.

جاءت النظرية الذرية أخيراً بالتفسير المطلوب. ويتفق العلماء اليوم على أن التفاعلات النووية الحرارية هي مصدر الطاقة الشمسية. وأظهرت الحسابات النظرية التي أجراها ألبرت أينشتاين أنه يمكن تحويل قدر قليل من الكتلة إلى قدر كبير من الطاقة. وتستطيع الكمية الهائلة من المادة الموجودة في الشمس أن توفر الوقود اللازم للتفاعلات النووية طوال ملايين السنين. ويعتقد العلماء أن نواة الشمس هي كتلة كثيفة جداً وحارة جداً من النوى الذرية والالكترونات. وقد حددت درجة حرارتها بالعمليات الحسابية بحوالي ١٥,٠٠٠,٠٠٠ كلفين أو ١٠,٢٠٠,٠٠٠ مئوية. وفي هذه الشروط، يمكن أن تصادم النوى وتلتحم، فتشكّل نوى جديدة أثقل وزناً. ويُعرف هذا النوع من التفاعلات النووية الحرارية بالاندحام. وأثناء هذا النوع من التفاعل، يتحوّل قسم من كتلة النوى إلى طاقة. وغالباً ما تحدث عمليتان بوجه الخصوص، هما دورة الكربون والتفاعل البروتوني الاتحادي.

الفوتوسفير والبقع الشمسية

الفوتوسفير (أو الكرة الضوئية) هو سطح الشمس النير، وهو أعمق طبقة مرئية من الشمس. وتتراوح درجات حرارة سطح الشمس بين ٧٥٠٠ كلفين أو ٤٩٠٠ مئوية في الأسفل، و ٤٧٠٠ كلفين أو ٣٠٠٠ مئوية في الأعلى. ويبلغ معدل درجات حرارة سطح الشمس ٥٨٠٠ كلفين أو ٣٧٧٨ مئوية. يتميز الفوتوسفير ببنية محدّدة: تفصل مناطق داكنة، تبدو كقنوات أو شبكات، بين الكثير من الحبيبات الصغيرة المضيئة. وتظهر صور الفوتوسفير المنقطعة عن ارتفاع عال أن الحبيبات هي قمم عواميد من الغاز يصل قطرها إلى مئات الكيلومترات. وتشكّل هذه العواميد ثم تزول بصورة متواصلة. وتقول إحدى الفرضيات إن الحبيبات هي رؤوس عواميد من الغاز تصعد وتنزل في الفوتوسفير.

ويشير انتظام التخبّط إلى أن هدوءاً نسبياً يسود سطح الشمس. إلا أن السطح يتعرض دورياً لاضطرابات عنيفة. وتظهر هذه الاضطرابات عموماً كنقاط أظلم لوناً. تُعرف بالمسام، على خلفية الفوتوسفير النيرة. ويرتفع عادة عدد هذه المسام، ويزداد حجمها بسرعة لتشكيل بقعة شمسية كبيرة واحدة أو مجموعة من البقع الشمسية.

لاحظ علماء الفلك القدماء أن البقع الشمسية تزيح من موقعها. واستنتج جاليليو أن هذه الزحزحة ناتجة عن دوران الكرة الشمسية. وتتم دورة الشمس المرئية في حوالي ٢٧ يوماً، وهي مدّة تشمل أيضاً حركات الأرض. وتختلف مدّة دوران الشمس الفعلية مع العرض الجغرافي للشمس؛ فهي تبلغ ٢٥ يوماً عند خط استواء الشمس و ٢٧,٤ يوماً عند خط العرض ٤٠°. ويحدث هذا التأخير لأن الشمس تدور كغاز وليس كجسم صلب.

للبقع الشمسية النموذجية مركز مستدير داكن، يُعرف بالظل، تحيط به منطقة أفتح تُعرف بشبه الظل. وتشكّل منطقة شبه الظل من الأشعة المنطلقة من مركز منطقة الظل. وتختلف البقع الشمسية اختلافاً كبيراً من حيث الحجم، لكنها تبقى دائماً صغيرة، مقارنة بحجم الشمس. وعندما تظهر البقع الشمسية في مجموعات، تمتد أحياناً على آلاف الكيلومترات. وتثير دُخنة منطقة الظل إلى أن البقع الشمسية أقل حرارة من الفوتوسفير. ويُعتقد أن مناطق الظل أبرد بحوالي ٢٠٠٠ كلفين أو ١١٧٠ مئوية من الفوتوسفير. وعندما تقترب مناطق الظل من حافة الشمس، تبدو أيضاً أكثر انخفاضاً من الفوتوسفير.

وُصِدت البقع الشمسية بانتظام منذ سنة ١٧٥٠ إلى يومنا الحاضر. وقد تبيّن نتيجة هذه المشاهدات أن البقع تظهر وتختفي وفق دورة محدّدة، وأنها تقتصر على منطقتين فقط من الشمس واقعتين بين خطي العرض ٤٠° و ٥° من نصفي الكرة الشمسية الشمالي والجنوبي. وتستمر هذه الدورة ما معدله ١١ سنة. في بداية الدورة، تظهر بضع بقع في جوار ٣٥° شمالاً وجنوباً. ثم يزداد عدد البقع بسرعة، وتبلغ حدّها الأقصى في غضون ٥ سنوات تقريباً. وفي الوقت نفسه، تتحرك البقع ببطء باتجاه خط الاستواء. وخلال السنوات الست اللاحقة، يتراجع عدد البقع فيما تواصل الاقتراب من خط الاستواء. تنتهي الدورة عند هذه المرحلة، وتبدأ دورة أخرى على الفور.

لاحظ الفلكي الأميركي جورج إ. هابل أن بعض صور البقع الشمسية يُظهر وجود بني تبدو وكأنها تتبع خطوط القوة المغنطيسية. وكثيراً ما تبدو بقعتان شمسيّتان وكأنهما تشكّلان القطبين الشمالي والجنوبي لحقل مغنطيسي. وقد تمكّن هابل، في نهاية الأمر، من إثبات أن البقع الشمسية هي بالفعل مراكز لحقول مغنطيسية. إضافة إلى ذلك، اكتشف العلماء أنه من دورة (من ١١ سنة) إلى أخرى، يحدث انعكاس تام لقطبية البقع الشمسية في نصفي الكرة الشمسية الشمالي والجنوبي، ما يعني أن الدورة المغنطيسية للبقع الشمسية تستمر ٢٢ سنة. وتدعم هذه الظاهرة النظرية القائلة إن حقولاً مغنطيسية محلية ترتبط بشكل من الأشكال بوجود البقع الشمسية.

الكروموسفير

الكروموسفير (أو الكرة الملونة) هو الطبقة الواقعة فوق الفوتوسفير، وقد أُعطي هذا الاسم نظراً إلى لونه الضارب إلى الحمرة، والذي يمكن رؤيته أثناء كسوفات الشمس الكليّة. تحتل الطبقة السفلية من الكروموسفير قمماً من الضوء الذي يطلقه الفوتوسفير (سطح الشمس النير)، فتخلق خطوط الامتصاص الداكنة في الطيف الشمسي. ويحدث هذا الامتصاص لكون الجزء السفلي من الكروموسفير أبرد من الفوتوسفير. إلا أن درجة

شكل الهالة، عندئذ، شبيهاً بشكل خطوط القوة حول كرة مغناطيسية. ويتغير هذا الشكل عندما تكون البقع الشمسية في حدها الأقصى. وتصبح الهالة عندئذ شبه دائرية، وتوزع الأشرطة على نحو متماثل حول قرص الشمس.

لم يتمكن العلماء لوقت طويل من مطابقة خطوط الابتعاث في طيف الهالة مع العناصر الموجودة على الأرض. واعتقدوا أنها ابتعاثات عنصر الكورونيوم غير الموجود على الأرض. وأظهرت الأبحاث المتقدمة في مجال الذرة أن هذه الخطوط يمكن أن تتشكل عندما يكون لغازات الحديد والنيكل والكسيوم، كثافة منخفضة جداً ودرجة حرارة مرتفعة جداً.

ومن المعروف اليوم أن الهالة تتألف من أحد أشكال المادة المعروفة بالغاز المؤين، وهو غاز حار جداً يتكون من سحب كثيف من الجسيمات المشحونة. وتصل درجة حرارة الهالة إلى حوالي ٢,٠٠٠,٠٠٠ كلفين أو ١,٣٦٠,٠٨٠ °مئوية، لكنها ليست كثيفة، بما فيه الكفاية، لتوليد كمية كبيرة من الحرارة. عندما يعبر نيزك هالة الشمس فإنه لا يحترق ويتبدد كما يحدث عادة في جو الأرض، الذي هو أقل حرارة من الهالة، ولكن أشد منها كثافة. ويسود الاعتقاد أن الهالة تسخن نتيجة حركة الجسيمات والشويكات (ج: شوك) في الفوتوسفير والكروموسفير. ويمكن أن تنتقل هذه الطاقة بواسطة التصادمات المباشرة بين ذرات الطبقات الواقعة تحت الهالة وذرات الهالة، أو عبر موجات صدمية تنتشر إلى الخارج عبر الكروموسفير إلى الهالة.

الرياح الشمسية

صادفت المركبات الفضائية المسافرة في الفضاء بين الكواكب، سيولاً من الجسيمات المشحونة الغنية بالطاقة صادرة عن الشمس. تُعرف هذه السيول بالرياح الشمسية، وهي تخرج من الشمس بشكل شعاعي وتجري عبر النظام الشمسي، وتمتد على الأقل إلى مدار كوكب نبتون. تطلق الهالة هذه الجسيمات بصورة متواصلة، لكن عددها يزداد إلى حد بعيد بعد الانفجارات الشمسية. وتسير الجسيمات بسرعة تتراوح بين ٣٥٠ و ٧٠٠ كيلومتر في الثانية.

تتألف الرياح الشمسية أيضاً من الغاز المؤين. وهي مكونة بشكل رئيسي من مزيج من البروتونات والالكترونات، إضافة إلى كميات قليلة من نوى بعض العناصر الأثقل وزناً. وتتشكل الجسيمات التي تتألف الرياح الشمسية نتيجة تمدد غازات الهالة وتبخرها. وتطلق الشمس بهذه العملية حوالي مليون طن من الغاز في الثانية. وترداد سرعة الجسيمات بسبب درجات الحرارة المرتفعة في الهالة، وتصل إلى سرعات مرتفعة جداً تسمح لها بالافلات من حقل جاذبية الشمس. وعندما تغادر الجسيمات، تأخذ معها جزءاً من حقل الشمس المغناطيسي. ونظراً إلى دوران الشمس حول محورها وإلى التدفق المنتظم للجسيمات، فإن خطوط الحقل المغناطيسي الذي تحمله الرياح الشمسية، تحيط منحنيات في الفضاء. وتتسبب الرياح الشمسية بإبعاد ذنب المذنبات المارة عن الشمس. وعندما تصطدم الرياح الشمسية بحقل الأرض المغناطيسي، تحدث موجة صدمية. ولا تزال طبيعة هذه الموجة الصدمية غير مفهومة تماماً. وفي جوار الأرض، تخلق الرياح الشمسية عواصف مغناطيسية والشفق القطبي، وتؤدي إلى حجب الإرسال اللاسلكي.

حرارته ترتفع مع الوزن حتى تصل إلى ١,٠٠٠,٠٠٠ كلفين أو ٦٨٠,٠٤٠ °مئوية عند الحد العلوي للكروموسفير.

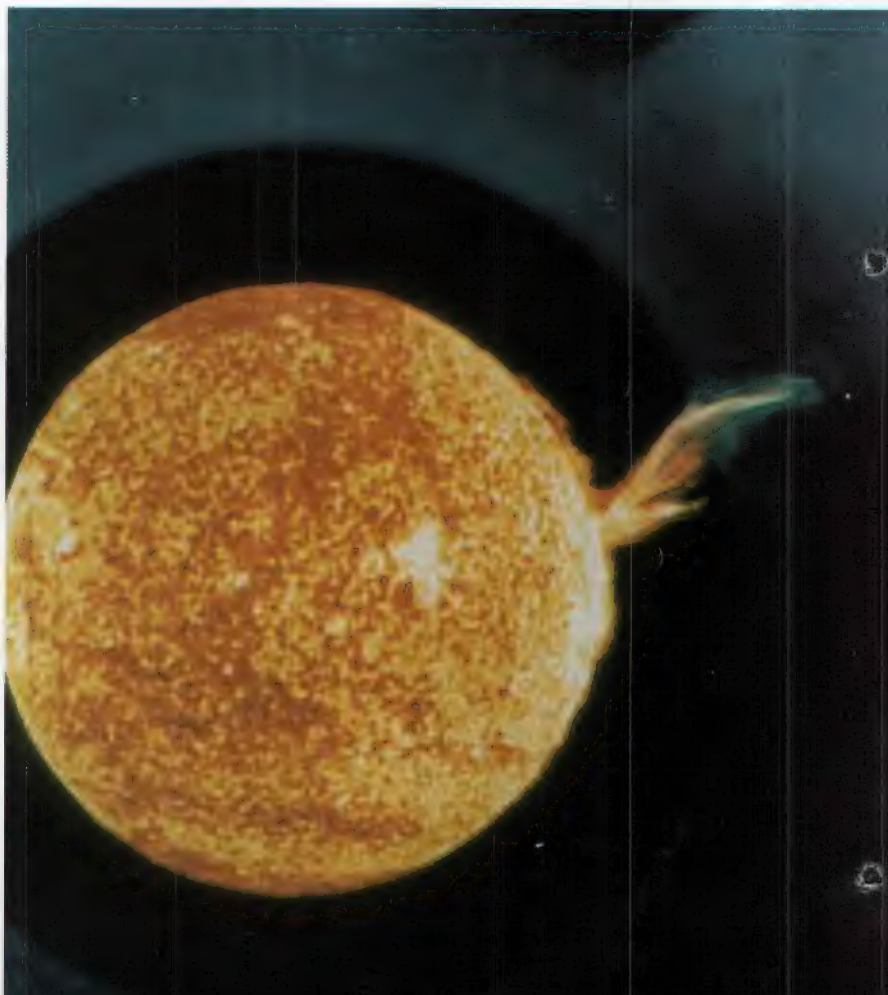
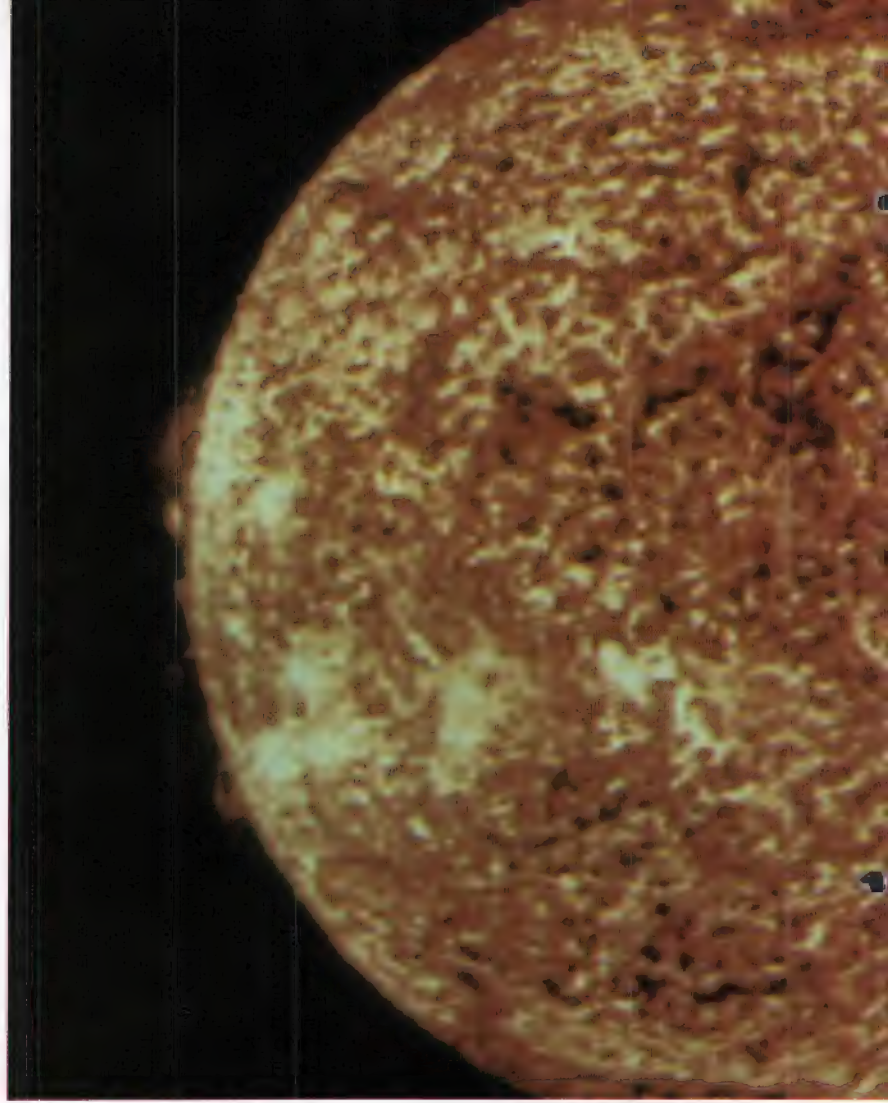
ويحدث معظم الظواهر الجوية على الشمس في الكروموسفير. فعندما يُنظر إلى الكروموسفير تحت ضوء هيدروجيني أو تحت ضوء الكالسيوم البنفسجي، تظهر مناطق لامعة تقع عادة فوق البقع الشمسية أو قريبا. وقد تكون هذه المناطق اللامعة امتدادات للبقع اللامعة - الصباخيد Faculae - التي تظهر على الفوتوسفير قرب البقع الشمسية.

ويشكل الإندلاع الشمسي ظاهرة أعنف من ذلك بكثير، تتمثل في انفجار كروموسفيري يندلع من منطقة لامعة. ويمكن أن يطلق الإندلاع أو الانفجار الشمسي إشعاعاً ذا طاقة عالية وجسيمات مشحونة غنية بالطاقة. وتتشكل عادة الإندلاعات الشمسية بسرعة كبيرة، وتبلغ الحد الأقصى من السقوط في ظرف بضع دقائق، ثم تلاشى ببطء. وتطلق أحياناً الإندلاعات الشمسية القوة جداً أشعة سينية وموجات إشعاعية (راديوية) وحشوداً من الجسيمات المشحونة. ويمكن أن تشكل هذه التدفقات المفاجئة من الطاقة خطراً كبيراً على رؤاد الفضاء خارج جو الأرض الواقعي، لأن هذا الإشعاع السريع الحركة يستطيع اختراق جدران المركبات الفضائية وإلحاق الضرر بخلايا الجسم.

لاحظ علماء الفلك الأوائل وجود حلقات وأشرطة حمراء حول قرص الشمس المظلم، أثناء حدوث كسوف شمسي. وتُعرف هذه الأشرطة بالشواظ (جمع شواظ) الشمسية. وقد تبيّن في وقت لاحق أن المناطق الطويلة الداكنة المحيطية الشكل، التي كانت تُعرف باسم الخيوط، هي أيضاً شواظات. وتنتشر الشواظات، أو الخيوط، على سطح الشمس. ومثل معظم الظواهر الشمسية الأخرى، لا يزال الشواظ غير مفهوم تماماً. وقد يكون هناك عدة أنواع مختلفة من الشواظات. ويمكن أن تحافظ الشواظات الهادئة على شكلها لأشهر عدة، في حين أنها، في المناطق النشطة، لا تدوم عادة وقتاً طويلاً. وتمتد الشواظات الطويلة على مسافة ١٥٠,٠٠٠ كيلومتر تقريباً ويصل عرضها عادة إلى بضعة آلاف الكيلومترات. ويبدو أن هذه الشواظات تتشكل من المادة المتوهجة التي تسقط بأطراف من هالة الشمس إلى داخل الكروموسفير، وذلك إلى حد ما، كما يتكثف المطر في سماء الأرض. لكن الشواظ قد يرتفع، وأحياناً ينفجر باتجاه الأعلى بسرعات تصل إلى ١٦٠٠ كيلومتر في الثانية.

هالة الشمس

تحيط هالة الشمس (أو طُفاوة الشمس) بالكروموسفير، وهي جو خارجي خفيف اللعان. ونظراً إلى كون هذا الجو أبيض بالآلاف الأضعاف من قرص الشمس، فليس بالإمكان رؤيته عادة. وقبل اختراع جهاز مراقبة هالة الشمس، لم يكن بالإمكان رؤية الهالة إلا أثناء كسوف الشمس الكلي. فعندما يحجب الكروموسفير، تبدو الهالة كدائرة فضية تحمل أقواساً وأشرطة طويلة. وتكون الأقواس مرئية عادة فوق مناطق الاضطراب، ولا سيما حيث تتواجد الشواظات. وعندما تكون البقع الشمسية في حدها الأدنى، يكون للهالة أشرطة طويلة على طول خط الاستواء مع شعاعات قصيرة عند القطبين. ويصبح



الخسوف والكسوف

يشير الخسوف أو الكسوف إلى تعتيم جرم سماوي. ويحدث ذلك عندما يسقط ظل جرم في الفضاء على جرم آخر، أو عندما يمر جرم أمام جرم آخر فيحجب ضوءه. ويحدث كسوف الشمس، عندما تظلم الشمس ظاهرياً شيئاً فشيئاً، مع مرور القمر بين الشمس والأرض. ويحدث خسوف القمر عندما يظلم القمر مع مروره في ظل الشمس.

ويمكن أن تحجب أيضاً أجرام سماوية أخرى، غير الشمس والقمر، بعضها بعضاً. فكوكب المشتري، مثلاً، يحجب أحياناً الضوء عن أقماره. ويدورها، تلقي أقمار المشتري أحياناً ظلالاً على الكوكب. وفي بعض الأحيان، يحجب القمر، أو جرم سماوي آخر، الضوء عن كوكب أو نجم بعيد. ويشير الفلكيون إلى نوع معين من النجوم المتغيرة، باسم الثنائي الاحتجاجي. ويتألف الثنائي الاحتجاجي من نجمين يدوران الواحد حول الآخر، بحيث يحجب كل منهما الضوء عن الآخر بشكل دوري. ويتناول هذا البحث، بشكل رئيسي، خسوف القمر وكسوف الشمس.

متى يحدث الخسوف أو الكسوف

تلقي الأرض والقمر دائماً ظلالاً في الفضاء، ويدور القمر حول الأرض مرة واحدة تقريباً في الشهر. ولكن لا يحدث خسوف للقمر أو كسوف للشمس كل شهر. فمدار القمر مائل بنحو ٥° على مدار الأرض حول الشمس،

ولذلك فإن ظل القمر لا يسقط عادة على الأرض ولا يحدث بالتالي كسوف شمسي. وبطريقة مماثلة، لا يتعرض القمر للخسوف في أكثرية الأحوال، إذ يمر فوق ظل الأرض أو تحته. وهكذا، فإن الكسوف أو الخسوف لا يحدث إلا عندما تكون الأرض والشمس والقمر في خط شبه مستقيم.

يستطيع الفلكيون التنبؤ بحدوث الخسوفات والكسوفات بكثير من الدقة. ويمكن رؤية كسوفين على الأقل وثلاثة خسوفات، كل سنة، في أماكن مختلفة من العالم.

الكسوف

يحدث كسوف الشمس عندما يغطي ظل القمر تدريجياً وجه الأرض. ويتحرك الظل عادة من الغرب إلى الشرق، فوق سطح الأرض، بسرعة ٣٢٠٠ كيلومتر في الساعة تقريباً. ويمكن أن يرى الناس الموجودون في مسار الظل، واحداً من ثلاثة أنواع من الكسوفات. يحدث الكسوف الكلي إذا حجب القمر الشمس تماماً. وإذا كان القمر في أبعد نقطة له عن الأرض عندما يحدث الكسوف الكلي، يمكن أن يصبح الكسوف كسوفاً حلقياً. وفي مثل هذا النوع من الكسوفات، لا يعمّ القمر سوى وسط الشمس، تاركاً حلقة ساطعة حول الأطراف. ويحدث الكسوف الجزئي عندما لا يغطي القمر سوى جزء فقط من الشمس.

يشكل الكسوف الكلي أحد أكثر المناظر الطبيعية تأثيراً في النفس. ويظهر القمر المظلم على الطرف الغربي للشمس، ويتحرك ببطء في

عرض الشمس. وفي لحظة الكسوف الكلي، تظهر هالة لامعة للعيان تحيط بقرص الشمس المظلم. وهذه الهالة هي جو الشمس الخارجي، أو الطفاوة. وتبقى السماء زرقاء لكنها تصبح أغمق لوناً. وقد يصبح من الممكن رؤية بعض النجوم الشديدة السطوع والكواكب من الأرض. وبعد بضع دقائق، تعود الشمس إلى الظهور مع ابتعاد القمر إلى الشرق. وقد تبقى الشمس مظلمة تماماً حتى ٧ دقائق و٤٠ ثانية، لكنها تظلم في المعدل مدة دقيقتين ونصف دقيقة.

ولا يمكن رؤية الكسوف الكلي إلا في أماكن معينة من العالم. وتقع هذه المناطق في مسار الكليّة، أي المسار الذي يمر فيه ظل القمر فوق الأرض. ولا يكون مسار الكليّة أبداً أعرض من حوالي ٢٧٤ كيلومتراً. يجب ألا ننظر أبداً إلى الكسوف بشكل مباشر، فالإشعاع الصادر عن الشمس - وحتى عن الهالة وحدها - يمكن أن يؤذي العينين. ولا يلغي استعمال طبقة رقيقة من البلاستيك الداكن أو الزجاج الغامق أو النظارات الشمسية، خطر تضرر العينين نتيجة النظر مطولاً إلى كسوف الشمس. ويجب النظر إلى الكسوفات بشكل غير مباشر بواسطة جهاز إسقاط ذي ثقب أو جهاز مماثل.

الخسوف

يحدث الخسوف عندما يمر القمر في ظل الأرض. ويحدث الخسوف الكلي عندما يمر القمر كاملاً في ظل الأرض. ويمكن أن يدوم خسوف القمر الكلي حتى ساعة و٤٠ دقيقة. ويمكن أن يرى معظم الناس في الجهة المظلمة

(جهة الليل) من الأرض، خسوف القمر عند حدوثه. ولا خطر على الإطلاق من النظر إلى خسوف القمر.

في معظم الخسوفات، لا يصبح القمر مظلماً تماماً. وفي الكثير من الحالات، يصبح لونه ضارباً إلى الحمرة. فجو الأرض يحجب قسماً من ضوء الشمس حول الأرض وباتجاه القمر. ويكون هذا الضوء أحمر اللون لأن الجوّ يشتت الألوان الأخرى الموجودة في نور الشمس بنسبة أكبر مما يشتت الأحمر.

دراسة ظواهر الكسوف والخسوف

سحرت ظواهر الكسوف والخسوف البشر طوال آلاف السنين. وقد اعتقد قدامى الصينيين أن الكسوف يحدث عندما يحاول تنين في السماء بلع الشمس. وقد توصل الفلكيون المعاصرون إلى الكثير من الحقائق عبر دراستهم هذه الظواهر. فقد رصدوا كسوفات الشمس لتحديد المواقع النسبية الدقيقة للأرض والشمس والقمر. وفي سنة ١٩٣٩، لاحظ الفلكيون أن سطح القمر يبرد بسرعة كبيرة خلال الخسوف. ولذلك، فقد تقدّموا بنظرية تقول إن هنالك طبقة من الغبار الناعم تغطي سطح القمر. وقد أثبتت المسابير التي أرسلت إلى القمر في الستينات صحة هذه النظرية. ورصد الفلكيون الكسوفات والخسوفات أيضاً لدراسة أية تغيرات محتملة في قوة جاذبية الشمس وحجمها.

ويعتبر كسوف الشمس الكلي الوقت الأفضل لقياس هالة الشمس والقيام بأنواع معينة من الدراسات الأخرى. ونظّر الفيزيائي الشهير

مشهد لكسوف الشمس



ألبرت أينشتاين أن الضوء القادم من النجوم ينحرف قليلاً عن مساره المستقيم وينحني عند مروره بالشمس. ويحجب نور الشمس الساطع عادة ضوء النجوم عند مروره قرب الشمس. ولكن، يمكن تصوير ضوء النجوم خلال كسوف الشمس الكلي. وقد أيدت الصور التي التقطت أثناء خسوف القمر سنة ١٩١٩، النظرية التي جاء بها أينشتاين.

ويدرس الفلكيون أيضاً الإحتجابات التي تشهدها الأجرام السماوية غير الأرض والقمر. وقد نجحوا في تحديد حجم النجوم البعيدة وشكلها، برصد النجوم الثنائية الإحتجابية. وفي سنة ١٦٧٥، حسب الفلكي الدانماركي أولاف رومر السرعة التقريبية للضوء بدراسة إحتجابات أقمار المشتري.

دائرة البروج

هي الدائرة الظاهرية لمسار الشمس السنوي في الكرة السماوية كما تبدو من الأرض. ولا تحصل الخسوفات والكسوفات إلا عندما يكون القمر في هذا المسار أو قربه. يقطع مستوى هذا المسار خط الاستواء السماوي (إسقاط خط استواء الأرض على الكرة السماوية) بزاوية $23^{\circ} 27'$ تقريباً. تعرف هذه الزاوية بميل دائرة البروج وتبقى شبه ثابتة على مدى ملايين السنين، غير أنها تتضاءل في الوقت الحالي بمعدل 48 ثانية من القوس في كل قرن وسوف تستمر في التضاؤل عدة آلاف من

السنين الآتية حتى تبلغ $22^{\circ} 54'$ ثم تعود وتزيد مجدداً.

تعرف النقطتان اللتان تقطع عندهما دائرة البروج خط الاستواء السماوي بنقطتي التقاطع أو الإعتدال. تصل الشمس إلى نقطة الإعتدال الربيعي في ٢١ آذار تقريباً وعند نقطة الإعتدال الخريفي في ٢٣ أيلول تقريباً. في منتصف المسافة بين نقطتي الإعتدال على دائرة البروج، يحدث الانقلابان الصيفي والشتائي. تصل الشمس إلى هاتين النقطتين قرابة ٢١ حزيران و ٢٢ كانون الأول على التوالي. تطابق أسماء النقاط الأربع بداية الفصول في نصف الكرة الشمالي في التواريخ المذكورة. لا يحدث الإعتدالان كل سنة في النقطتين نفسها من دائرة البروج إذ إن مستوى دائرة البروج ومستوى خط الاستواء يدوران في اتجاهين متعاكسين. يقوم المستويان بدورة كاملة الواحدة بالنسبة إلى الآخر مرة واحدة كل $25,868$ سنة. يعرف تحرك الإعتدالين على طول دائرة البروج بمبادرة الإعتدالين أو تقدّمهما. يجب إدخال تعديل للمبادرة على الخرائط السماوية لإيجاد موقع النجوم الصحيح في أي من الأوقات.

تستعمل أيضاً دائرة البروج في علم الفلك بمثابة الدائرة الأساسية لنظام من الإحداثيات يعرف بنظام دائرة البروج. تقاس خطوط العرض السماوية شمال دائرة البروج وجنوبها؛ وتقاس خطوط الطول السماوية شرق الإعتدال الربيعي وغربه.

في علم التنجيم، تقسم دائرة البروج إلى ١٢ قوساً، كل واحد من 30° ، تعرف بالأبراج أو

البروج. ويطلق على هذه البروج، أو «المازل الفلكية» أسماء الكوكبات التي تمرّ فيها دائرة البروج.

الطفاوة، الهالة

الطفاوة هي الطبقة الخارجية من جو الشمس. ولا تكون طفاوة الشمس مرئية بالعين المجردة إلا خلال الكسوف الكلي، حيث يحجب القمر باقي قرص الشمس. وتظهر الطفاوة، عند ذلك، كهالة من نور غير متسقة الشكل.

تتألف طفاوة الشمس بشكل رئيسي من الإلكترونات وأيونات الهيدروجين وأيونات عناصر ثقيلة أكثر، خسرت الكثير من إلكتروناتها. وتنتج هذه الذرات المتأينة، إلى حد بعيد، عن درجة حرارة الطفاوة الشديدة الإرتفاع التي تُقدّر بحوالى $2,000,000^{\circ}$ مئوية. وتتميز طفاوة الشمس بكثافة منخفضة جداً؛ ففي المكان الأشد كثافة منها، قرب سطح الشمس، لا تتجاوز كثافة الطفاوة حوالى البليون جسيم في السنتيمتر المكعب. وتنخفض الكثافة بسرعة مع الإبتعاد عن سطح الشمس (باتجاه الخارج).

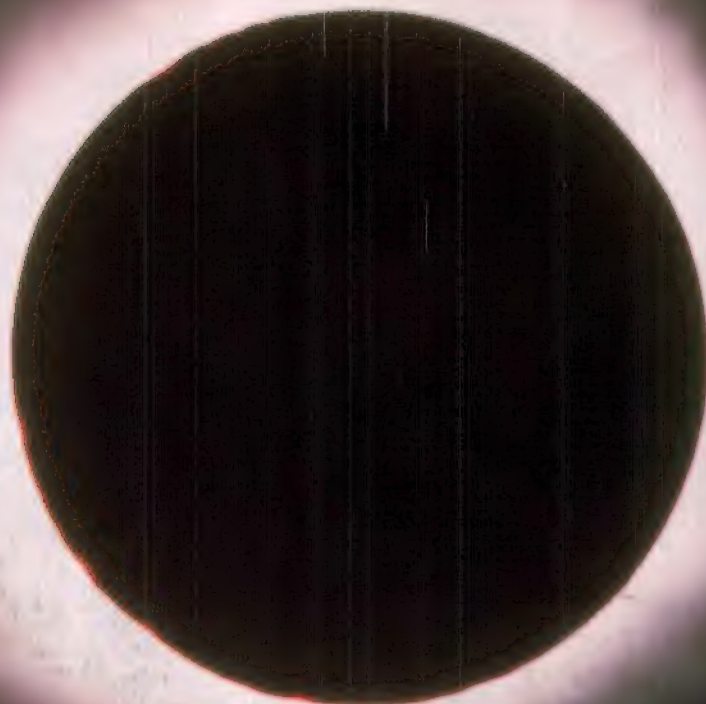
تتمدد طفاوة الشمس في الفضاء باستمرار، مشكلة الرياح الشمسية. ويمتد هذا المجرى من الجسيمات المشحونة إلى مدار الأرض ويتجاوزه. ويعتقد الفلكيون أن الرياح الشمسية تنبثق بشكل أساسي من الثقوب الطفاوية، وهي مناطق في طفاوة الشمس تشهد درجات حرارة وكثافة منخفضة نسبياً. وتظهر هذه الثقوب خصوصاً

حول قطبي الشمس، لكنها تظهر أحياناً في المناطق القريبة من خط الاستواء الشمسي.

لطفاوة الشمس شكل غير متسق على الإطلاق. وتمتد أشرطة من غاز الطفاوة تُعرف بالخصل القطبية من قطبي الشمس إلى الخارج. وتطلق من الأماكن الأقرب إلى خط استواء الشمس، حزم غازية طويلة تُعرف بالأشرطة الطفاوية. ويتجه الغاز وفق حقل الشمس المغنطيسي، ما يجعل الطفاوة تتخذ أشكالاً مختلفة تتبع تغيرات الحقل.

في الفترات بين الكسوفات، يعتمد الفلكيون على أجهزة خاصة لمراقبة طفاوة الشمس تسمح بدراسة الطفاوة بشكل محدود. ويتمكنون من مراقبة الطفاوة الداخلية بواسطة الأجهزة القائمة على بعض الجبال. وفي السبعينات وأوائل الثمانينات، أطلقت الولايات المتحدة مركبات فضائية مجهزة بأجهزة لمراقبة طفاوة الشمس زوّدت العلماء مشاهدات للطفاوة الخارجية. وأظهرت المعطيات التي جمعتها المخططة الفضائية سكايلاب أن طفاوة الشمس هي أكثر نشاطاً مما كان يُعتقد في السابق. ويحدث الكثير من الانفجارات العنيفة في الطفاوة خلال مراحل النشاط الأقصى من دورة البقع الشمسية. وقد أكدت المعطيات التي جمعها القمر الصناعي «الرحلة الشمسية القصوى»، هذه العلاقة. وقد أظهرت أيضاً تلسكوبات الأشعة السينية على متن الأقمار الصناعية التي تدور في مدار الأرض طفاوة الشمس. وقد بينت المشاهدات بالأشعة السينية من أقمار صناعية أخرى أن معظم النجوم له أيضاً طفاوات.

كسوف الشمس في ١٦ شباط ١٩٨٠، كما شوهد من أفريقيا وتظهر بوضوح الطفاوة (الهالة)



الأثر النيزكي

الأثر النيزكي هو خطّ لامع من نور، يظهر لوقت قصير في السماء. وكثيراً ما يطلق المراقبون اسم شهاب على الأثر النيزكي. ويطلق الناس أحياناً على أكثر الآثار النيزكية لمعناً، اسم كرات النار أو الشهب المتوهجة. ويظهر الأثر النيزكي عندما يدخل جسيم أو قطعة من المادة المعدنية أو الحجرية تُعرف بالجسيم النيزكي، في جو الأرض، قادمة من الفضاء الخارجي. فيرفع الاحتكاك بالهواء درجة حرارة الجسيم النيزكي، ما يجعله يتوهج ويخلق خطاً لامعاً من الغازات والجسيمات النيزكية الذائبة. وتشمل الغازات مادة نيزكية متبخرة، وغازات جوية ترتفع درجة حرارتها عندما يخترق الجسيم النيزكي الجو. ويتوهج معظم الآثار النيزكية لحوالي ثانية واحدة.

يتبدّد معظم الجسيمات النيزكية قبل بلوغه الأرض. لكن بعضها يترك خطاً لامعاً يدوم عدّة دقائق. وتُعرف الجسيمات النيزكية التي تصل إلى الأرض، بالحجارة النيزكية أو الرّجم.

تظهر ملايين الآثار النيزكية يومياً في جو الأرض. ويكون معظم الجسيمات النيزكية التي تستطيع تشكيل آثار نيزكية، بحجم الحصى تقريباً. وهي تصبح مرئية على مسافة ٦٥ إلى ١٢٠ كيلومتراً فوق سطح الأرض. وتتبدّد على ارتفاع ٥٠ إلى ٩٥ كيلومتراً.

وتدور النيازك حول الشمس في مدارات عدّة وبسرعات مختلفة. وتدور أسرع النيازك بسرعة ٤٢ كيلومتراً في الثانية تقريباً. وتدور الأرض بسرعة ٢٩ كيلومتراً في الثانية تقريباً. وبالتالي فعندما تصطدم النيازك بجو الأرض، يمكن أن تصل السرعة المشتركة إلى حوالي ٧١ كيلومتراً في الثانية.

الإنهزامات النيزكية، وابل الشهب

تلتقي الأرض عدداً من الخطوط أو الحشود من الجسيمات النيزكية الصغيرة، في فترات معينة كل سنة. وفي هذه الأوقات، تبدو السماء ممتلئة بوابل من الشرارات. وتتبع الخطوط والحشود مدارات مثل مدارات المذنبات، ويُعتقد أنّها حطام من المذنبات.

ظهر ألمع وابل شهب معروف في ١٢ - ١٣ تشرين الثاني ١٨٣٣، وكان أحد إنهزامات ليونيد، التي تحدث في شهر تشرين الثاني من كلّ عام، وتبدو كأنّها مقبلة من اتجاه كوكبة الأسد.

الرّجم، الحجارة النيزكية

هنالك ثلاثة أنواع من الحجارة النيزكية: صخرية، وحديدية، وصخرية حديدية. تتكوّن الحجارة النيزكية الصخرية من معادن غنية بالسليكون والأكسجين، إضافة إلى كميات قليلة من الحديد والمغنسيوم وعناصر أخرى. وتتألف إحدى مجموعات الحجارة النيزكية الصخرية من قطع من المادة التي تكوّنت منها الكواكب. وتنشأ مجموعة أخرى من الحجارة النيزكية الصخرية من جرم قريب لها (كويكب مثلاً) بلغ حجماً كافياً ليلذوب وينقسم إلى نواة غنية بالحديد وقشرة صخرية. وتأتي هذه الحجارة النيزكية من القشرة الخارجية للجرم، فيما تأتي الحجارة النيزكية الصخرية الحديدية من القشرة الداخلية، والحجارة النيزكية الحديدية من النواة المعدنية. تتألف الرّجم الحديدية بشكل رئيسي من الحديد والنيكل. وتحتوي الرّجم الصخرية المعدنية على كميات متساوية تقريباً من الصخر السليكوني وخليط معدني من الحديد والنيكل.

يختلف حجم الحجارة النيزكية اختلافاً كبيراً. فمعظمها صغير نسبياً. ويبلغ وزن أكبر حجر نيزكي تم العثور عليه حوالي ٦٠ طناً مترياً، ووقع هذا الحجر النيزكي في هوبا وست، وهي مزرعة قرب جروفوتون في ناميبيا.

إلا أنّ أجراماً أكبر حجماً بكثير، مثل الكويكبات والمذنبات، يمكن أن تصطدم أيضاً بالأرض، وتصبح حجارة نيزكية.

تصل الحجارة النيزكية إلى الأرض لأنّ حجمها يسمح لها باختراق الجو. فإذا كانت صغيرة جداً، تتبدّد في الجو؛ وإذا كانت كبيرة جداً، يمكن أن تنفجر قبل بلوغ سطح الأرض. وقد انفجر أحد هذه الأجرام الكبيرة على ارتفاع ١٠ كيلومترات تقريباً فوق نهر تونجوسكا في سيبيريا سنة ١٩٠٨، مخلّفاً وراءه مساحة بطول ٣٢ كيلومتراً من الأشجار المقطوعة والمحروقة.

وُجدت آلاف الحجارة النيزكية الصغيرة في قارة القطب الجنوبي؛ وقد شكّلت مجموعة غنيّة من العينات انكبّ العلماء على دراستها. ويدرس العلماء الحجارة النيزكية لإيجاد أدلة حول أنواع المادة التي كوّنَت الكواكب.

حفر التصادم أو أحواض التصادم

عندما تصطدم أجسام كبيرة مثل الكويكبات والمذنبات بكوكب، تخلق حفرة تصادم أو أحواض تصادم. وحفّر التصادم هي منخفضات على شكل طاس مستدير، قد يصل قطرها إلى ٢٥ كيلومتراً. ولهذه الحفر قاع مستو وقليل العمق ووسط مرتفع. وتكون أحواض التصادم أكبر حجماً، وتظهر داخل حافتها حلقة واحدة أو أكثر على سطح الكوكب.

وقد عثر العلماء على أكثر من ١٢٠ حفرة أو حوض تصادم على سطح الأرض. ويبلغ قطر إحدى أشهر هذه الحفر، حفرة النيزك في أريزونا، حوالي ١٢٧٥ متراً، ويصل عمقها إلى ١٧٥ متراً. وقد تشكّلت هذه الحفرة منذ حوالي ٥٠,٠٠٠ سنة، عندما ضرب حجر نيزكي بوزن ٣٠٠,٠٠٠ طن متري كوكبنا.

تعرّض معظم حفر وأحواض التصادم الأكبر حجماً من «حفرة النيزك» إلى عملية حتّ شديدة، أو طُمرت بصخور وتراب مع تغيّر وجه الأرض. وأكبر هذه الأحواض المعروفة هو حوض تشيكشولوب في وسط شبه جزيرة يوكاتان في المكسيك. ويبلغ قطر هذا الحوض ٣٠٠ كيلومتر تقريباً. وتشير عينات الصخور التي تمّ الحصول عليها من حفر الحوض، إلى أنّ كويكباً اصطدم بالأرض منذ نحو ٦٥ مليون سنة، أي عند انقراض آخر الدينصورات. وقد قذف التصادم كميات هائلة من الحطام في الجو. ويعتقد الكثير من العلماء أنّ هذا الحطام سبّب تغيّرات مناخية، لم تستطع الدينصورات تحملها فانقرضت.

مرة كلّ بضع سنوات، يظهر في السماء مذنب ساطع يمكن رؤيته بالعين المجردة. والمذنب هو كرة من الجليد والغبار، تتبع مداراً منتظماً حول الشمس. ومع اقتراب المذنب من الشمس، يمكن أن يصبح ساطعاً جداً بحيث تمكن رؤيته من الأرض. ويطلق بعض المذنبات ذبلاً يمتدّ على شمس مسافة السماء أو أكثر. لكنّ معظم المذنبات لا يُرى إلّا بالمقراب (التلسكوب). ولا تبقى المذنبات الساطعة مرئية بالعين المجردة سوى بضعة أيام أو أسابيع.

ويشكّل ظهور خطوط النور، المعروفة بالآثار النيزكية، في سماء الليل، ظاهرة شائعة أكثر من المذنبات؛ وتظهر الآثار النيزكية، أو الشهب، عندما يدخل جسيم أو قطعة من المادة الصخرية أو المعدنية، معروفة بالجسيم النيزكي، في جو الأرض. يرفع الاحتكاك بالهواء درجة حرارة الجسيم النيزكي، ما يجعله يتوهج ويصبح بالإمكان رؤيته كأثر نيزكي. في الليالي الصافية، يمكن أن يرى المراقب بضعة آثار نيزكية في الساعة. ويحدث وابل الشهب بانتظام في فترات معينة من السنة. وينتج بعض هذه الإنهزامات عن اجتياز الأرض مدارات مذنبات تفكّنت.



مذنب هالي

النواة مشكّلة ذنباً، لأنّ نور الشمس يدفعها. وفي الوقت نفسه، تتفاعل الرياح الشمسية - وهي جسيمات مشحونة سريعة الحركة تطلقها الشمس - مع غازات المذنب. وتدفع الرياح الشمسية الغازات إلى الوراء بحيث تشكّل ذنباً. ونظراً إلى هذه التأثيرات، فإنّ أذنان المذنبات تتجه دائماً بعيداً عن الشمس.

الأصل والتطور

يعتقد العلماء أنّ المذنبات تكوّنت عند تكوّن الكواكب، أي منذ حوالي ٤,٦ بلايين سنة. وقد تكوّنت الكواكب من مجموعة من الغازات والجليد والصخور والغبار. وأصبح قسم كبير من الجليد والغبار جزءاً من الكواكب الخارجية العملاقة - المشتري وزحل وأورانوس ونبتون. وشكّلت القطع المتبقية المؤلفة من الجليد والغبار، المذنبات كما نعرفها.

تفقد المذنبات كميةً معينة من الجليد والغبار، في كلّ مرة تعود فيها إلى الجزء الداخلي من النظام الشمسي. ويفقد بعض المذنبات في النهاية جليده كلّاً، فتتفتت لتشكيل سحب من الغبار أو تتحوّل إلى أجرام شبيهة بالكويكبات. ويدخل بعض جسيمات الغبار هذه في جوّ الأرض، فيتوهّج كشهب بسبب احتكاكه بالجوّ.

طويلة، وفقاً للمدة التي تحتاجها هذه الأجرام لإتمام دورة حول الشمس. تحتاج المذنبات ذات الدورة القصيرة إلى أقلّ من ٢٠٠ سنة للدوران حول الشمس؛ فيما تحتاج المذنبات ذات الدورة الطويلة إلى ٢٠٠ سنة أو أكثر.

يسير معظم المذنبات المعروفة في مدارات مستطيلة حول الشمس. وتقطع هذه المدارات المدارات شبه الدائرية التي تسير فيها الكواكب. ونتيجة لذلك، تصطدم المذنبات أحياناً بالكواكب وأقمارها. ففي تموز ١٩٩٤، مثلاً، اصطدم مذنب يدعى «شوماكر - ٩» بكوكب المشتري. وقد سبّب مثل هذه التصادمات الكثير من الحفر المنتشرة على سطح الكواكب الخارجية وعلى بعض الكواكب الداخلية وعلى قمر الأرض.

ويعتقد العلماء أنّ المذنبات ذات الدورة القصيرة تأتي من نطاق من المذنبات، يُعرف بنطاق كويبر. ويقع هذا النطاق بعد مدار بلوتون، الذي هو عادة أبعد كوكب عن الشمس. وتأتي المذنبات ذات الدورة الطويلة من سحابة أورت، وهي مجموعة من المذنبات أبعد ١٠٠٠ ضعف من مدار بلوتون.

اتجاه الأذنان

تجري جسيمات الغبار التي تطلقها

الطاقة التي تمتصّها من الشمس، ما يجعلها تلمع.

التركيب

يدرس الفلكيون تركيب المذنبات بتحليل الضوء الذي ترسله، وتجمع التلسكوبات هذا الضوء. ويقوم بعض التلسكوبات على الأرض، فيما يوجد بعضها الآخر على متن مركبات فضائية. وقد حصل العلماء على معلومات كثيرة حول تركيب المذنبات عن طريق دراسة مذنب هالي سنة ١٩٨٦. وفي تلك السنة، قطع المذنب مدار الأرض، فطارت خمس مركبات فضائية قرب المذنب، وجمعت المعلومات حول مظهره وتركيبه الكيميائي.

يحتوي مذنب هالي على كمّيات متساوية تقريباً من الجليد والغبار. ويشكّل جليد الماء حوالي ٨٠٪ من كتلة الجليد الإجمالية، فيما يشكّل جليد أول أكسيد الكربون حوالي ١٥٪ منها. ويتألّف معظم الكمية الباقية من جليد ثاني أكسيد الكربون والميثان والنشادر. ويعتقد العلماء أنّ المذنبات الأخرى مشابهة كيميائياً لمذنب هالي.

المدارات

يصنّف الفلكيون المذنبات كمذنبات ذات دورة قصيرة ومذنبات ذات دورة

المذنب

المذنب جرم جليديّ يدور عادة حول الشمس في مدار بيضويّ طويل. ويتألّف المذنب من نواة صلبة وجوّ ضبابيّ يُعرف بالذؤابة وذنب أو ذنين. وتكون النواة شبيهة بكرة ثلجية قذرة، وهي مكوّنة من أنواع مختلفة من الجليد، ومن جسيمات من الغبار الصخريّ ملتصقة في الجليد. عندما يقترب المذنب من الشمس، تتبخر كمية من الجليد السطحيّ، وتطير الغازات والجسيمات الناتجة عن تبخر الجليد بعيداً عن الشمس، فتخلق الذؤابة والذنب. ووفقاً لما إذا كانت النواة تحتوي على كمية كبيرة من الغبار، يمكن أن يخرج من المذنب ذنب من الغبار أو ذنب غازيّ أو الإثنين معاً.

ويحمل معظم المذنبات نواة بقطر ١٦ كيلومتراً تقريباً. ويصل قطر ذؤابة بعض المذنبات إلى ١,٦ مليون كيلومتر. ويمتدّ بعض الأذنان إلى مسافة ١٦٠ مليون كيلومتر.

لا يُرى معظم المذنبات إلّا بالتلسكوب. ويمكن أن يُرى بعضها بالعين المجردة، ولكن فقط خلال الأسابيع التي تمرّ فيها قرب الأرض. ويمكننا أن نرى المذنبات لأنّ الغبار في ذؤابتها وذنبها يعكس ضوء الشمس، إضافة إلى أنّ غازاتها تطلق

القمر

تدور حول الكواكب أجرام سماوية صغيرة، لا تطل أي ضوء أو حرارة، تدعى الأقمار. «القمر» الذي نعرفه هو قمر الأرض الوحيد وهو يدور معها حول الشمس. حصل أول هبوط على سطح القمر في ٢١ تموز ١٩٦٩: اكتشف رائدا الفضاء الأميركيان أرمسترونغ والدرين أن القمر خالٍ من الحياة والماء والجو.



أوجه القمر

يظهر الرسم البياني أوجه القمر المختلفة التي يتخذها في دورانه حول الأرض. يمكن مشاهدة وضع القمر الحقيقي في القسم الداخلي من الرسم، فيما يظهر القسم الخارجي ما نراه من القمر بالعين المجردة. يدور القمر الجبهة نفسها دائماً في اتجاه الأرض، وذلك لأن مدة دورانه حول محوره ومدة دورانه حول الأرض متعادلتان (حوالي ٢٩ يوماً ونصف يوم).



القمر

يشكل القمر (قمر الأرض الطبيعي) أبرز معلم في سماء الليل. ونظراً إلى قرب القمر من الأرض، فهو يلي الشمس مباشرة من حيث الحجم والسطوع الظاهرين. ولكن، من الناحية الفلكية، يُعتبر القمر جرمًا صغيراً عادياً وغير هام. وليس ضوء القمر سوى انعكاس لأشعة الشمس. يدور ٥٧ قمراً آخر على الأقل حول الكواكب الأخرى في النظام الشمسي؛ وهناك عدد منها أكبر حجماً من قمر الأرض. إلا أن قمراً واحداً فقط منها هو أكبر من قمر الأرض، نسبة إلى حجم الكوكب الذي يدور حوله. يصل حجم شارون، قمر بلوتون، إلى نصف حجم الكوكب تقريباً؛ ويصل حجم قمر الأرض إلى ربع حجم كوكبنا تقريباً. إن هذا الحجم النسبي الكبير يجعل القمر يؤثر إلى حد بعيد في الأرض. ويظهر تأثير القمر خصوصاً في حركة المد والجزر التي تنتج عن قوة جذب القمر.

رصد القمر من الأرض

علم الفلك والدين وضبط الوقت كانت أموراً مترابطة ارتباطاً وثيقاً في الماضي. وقد سجل الكهّان أو المنجمون تغير أوجه القمر. وحاول بعض الديانات التوفيق بين التقويم القمري والتقويم الشمسي لكي تأتي الشهور دائماً في الفصل نفسه.

بدأت دراسة جغرافيا القمر مع اختراع التلسكوب. وقد رصد جاليليو القمر عبر التلسكوب في العام ١٦٠٩. ووضع الفلكيون، في وقت لاحق، خرائط لتضاريس القمر. واكتشفوا جبلاً وسهولاً وبعض الحفر الكبيرة وودياناً طويلة على سطحه. وظنّ الفلكيون الذين جاؤوا بعد جاليليو أن السهول على سطح القمر مغطاة بالمياه، فأطلقوا عليها اسم بحار Maria. ولا يزال هذا الاسم مستعملاً إلى اليوم، على رغم أنه أصبح معروفاً أن لا وجود للماء على سطح القمر.

في القرن العشرين، ركب الفلكيون آلات تصوير على التلسكوبات، والتقطوا صوراً للقمر. وكثيراً ما جمعت هذه الصور لتشكيل خرائط له. ولكن غالباً ما تكون هذه الخرائط الفوتوغرافية، على رغم صحتها ودقتها، صعبة التفسير والتحليل لأن سطح القمر يشهد ظلالاً داكنة وحادة بسبب انعدام الهواء عليه. ويؤدي تغير طول هذه الظلال إلى تغير كبير في مظهر تضاريس القمر.

دراسة القمر من الأرض

لم يكن الفضول العلمي بالمعلومات التي يمكن الحصول عليها عن طريق النظر إلى القمر. وقد وفّرت الحسابات المستندة على الأحداث الطبيعية بعض المعلومات الإضافية. كما استعملت حركة المد والجزر على الأرض لحساب جاذبية القمر وكتلته. وتدرس جانبية القمر أثناء كسوفات الشمس. وتساعد أطوال الظلال القمرية في قياس ارتفاع الجبال على القمر.

ويعتبر المطياف أداة هامة جداً لدراسة القمر، وهو يقسم الضوء إلى الأطوال الموجية المفردة التي تولّفه والتي تُعرف بالطيف. ويبين الطيف ماهية العناصر الموجودة في مصدر الضوء. وبما أن القمر يعكس نور الشمس، فإن طيفه يشمل الأطوال الموجية الموجودة في الطيف الشمسي. وتعود أي اختلافات قد تظهر في الطيف إلى الأوضاع على سطح القمر. واستناداً إلى هذه الاختلافات، تمكّن العلماء من التعرف إلى بعض العناصر الموجودة على سطح القمر.

دراسة القمر بالمركبات الفضائية غير الأهلة

في ستينيات القرن العشرين، بدأت المركبات

الفضائية بتزويد العلماء معطيات جديدة حول القمر. فإن المركبات التي مرّت قربه أو ارتطمت به أو دارت في مداره، قد أرسلت إلى الأرض صوراً مأخوذة عن قرب لسطحه. وقد كشفت هذه الصور أن الجهة البعيدة، بخلاف الجهة المرئية من الأرض، لا تحتوي سوى على بضعة «بحار» فقط.

وشهدت المركبات الفضائية التي دارت في مدار القمر تغيراً ضئيلاً، ولكن غير متوقع في سرعتها. فقد ازدادت سرعة المركبة فوق «بحار» القمر. واستنتج العلماء من ذلك أن الزيادة في السرعة ناتجة عن قوة الجاذبية. وهذا يعني أن المادة تحت «البحار» أشد كثافة، أو أكثر تركيزاً، من المادة الموجودة تحت أجزاء أخرى من سطح القمر. وتحدث هذه التركيزات الكتلية، التي أطلق عليها اسم ماسكونات Mascons، تحت خمسة «بحار»، على الأقل، من بحار القمر الدائرية. وعندما يتمكن العلماء من تفسير بنية ومنشأ هذه التركيزات، قد يحصلون أيضاً على معلومات قيمة حول أصل «البحار».

الرحلات الفضائية المأهولة ودراسة القمر

في ٢٠ تموز العام ١٩٦٩، حط رائد الفضاء الأميركيان نيل أ. أرمسترونج وإدوين إ. ألدرين جونيور، من الرحلة الفضائية أبولو ١١، في بحر السكون. وكانا أول إنسانين يدوسان سطح القمر. وضع رائد الفضاء أجهزة ومعدات اختبارية على سطح القمر، وعادوا إلى الأرض بـ ٢١,٥ كيلوغراماً من عتبات الصخور والتربة. وفي ١٩ تشرين الثاني العام ١٩٦٩، أنزلت أبولو ١٢ للمرة الثانية بشراً على سطح القمر، وذلك في محيط العواصف Oceanus Procellarum. وأجرى أيضاً رواد الفضاء على متن أبولو ١٢ اختبارات على سطح القمر، وعادوا بعتبات من الصخور والتربة.

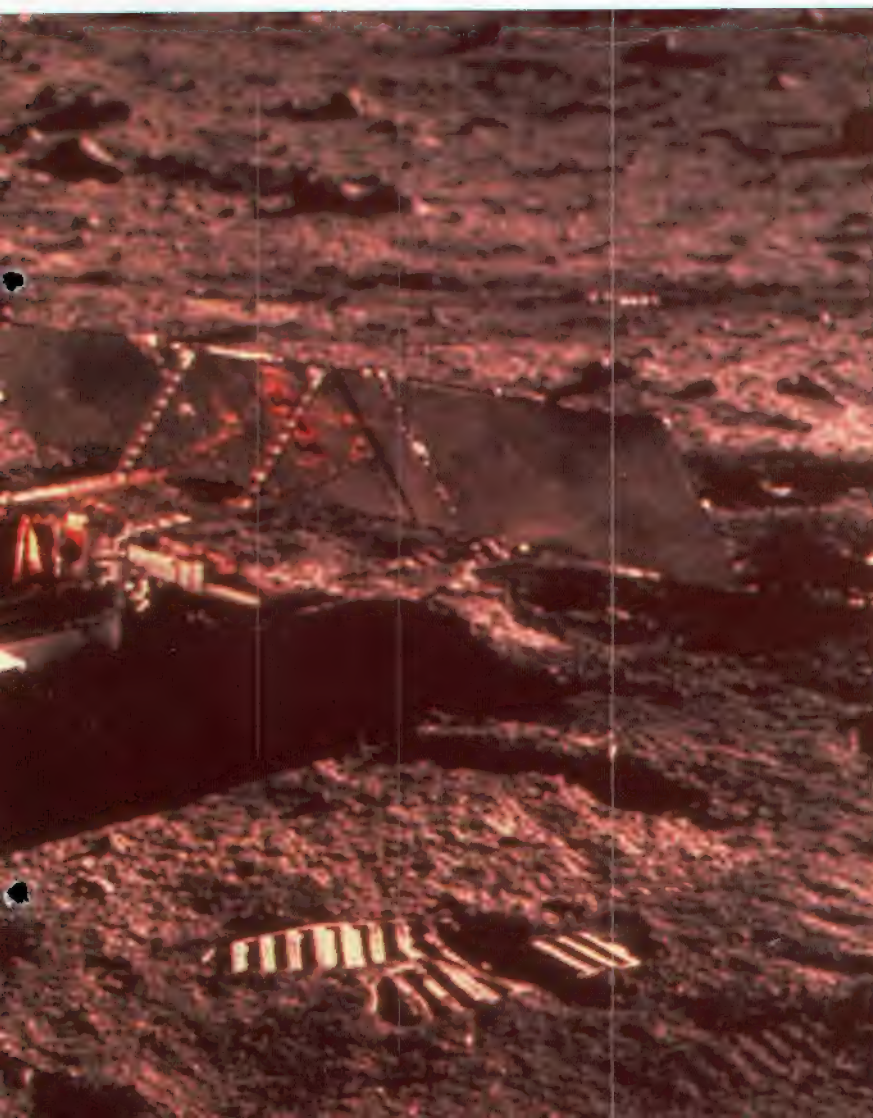
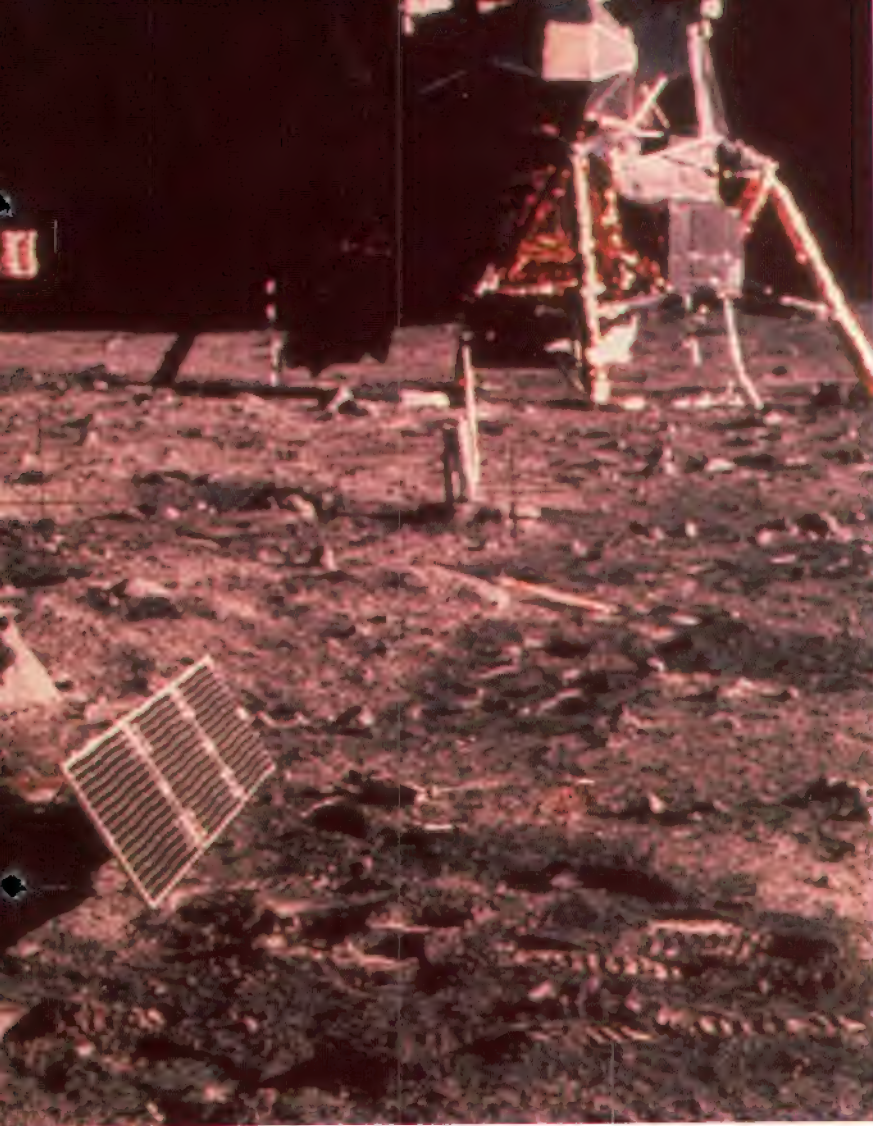
واشتملت الأجهزة التي استعملت في اختبارات أبولو ١١ على عاكس لأشعة الليزر ومقياس زلازل ومكشاف لجسيمات الرياح الشمسية. وقد وجهت عدّة مختبرات على الأرض أشعة ليزر على العاكس لتحديد المسافة التي تفصل بين الأرض والقمر. ووجد العلماء أن القياسات السابقة لم تفرق بأكثر من ٤٥٠ سنتيمتراً تقريباً عن القياس بأشعة الليزر. وسجل مقياس الزلازل عدّة اهتزازات، فسرها العلماء كزلازل قمرية أو انهيارات أو صدمات ناتجة عن ارتطام نيازك بسطح القمر. وقد وُضع مكشاف جسيمات الرياح الشمسية على سطح القمر بحيث يكون موجهاً للشمس. أعيد المكشاف إلى الأرض، وجرى تحليل النتائج التي سجلها، بحثاً عن الغازات النادرة. وقد أظهرت النتائج أن المكشاف احتجز غازات الهيليوم والنيون والأرجون بكميات متوافقة مع نسبة تواجدها في الشمس، وليس مع نسبة تواجدها على الأرض.

واستُخدم في تجارب أبولو ١٢ مطياف للرياح الشمسية ومقياس للمغناطيسية. وسجل مقياس المغناطيسية حقلاً مغناطيسياً أقوى بعشرة أضعاف ممّا توقّعه العلماء. وقد تحقّق اكتشاف مفاجئ آخر، عندما قام رواد أبولو ١٢ بصدم جزء من المركبة القمرية بسطح القمر للسماح لمقياس الزلازل بتسجيل اهتزاز من صدمة ذات قوة وكتلة معروفتين. وقد اهتز القمر بعد ذلك لقراءة ساعة من الوقت.

صخور قمرية على الأرض

وجد العلماء أن حوالي نصف عتبات الصخور التي عادت بها أبولو ١١ إلى الأرض قد تكوّنت منذ ٣,٥ بلايين سنة، بنتيجة حدث صهر المواد التي

حط رائد الفضاء الأول، نيل أرمسترونج على سطح القمر في المركبة القمرية «النسر»



تجذبه الشمس باتجاه الأرض. وتُعرف هذه التأثيرات بالاضطراب أو التزجاج.

يدير القمر دائماً الجهة عينها إلى الأرض. ولكي ينجح في ذلك، عليه أن يدور مرة واحدة حول محوره في كل دورة له حول الأرض. ولو لم يدُر، لكان أظهر جهته الأخرى كلما أُنجز نصف دورة حول الأرض. والواقع هو أننا نستطيع رؤية حوالي ٥٩٪ من القمر، أي أكثر من النصف بكثير؛ ويعود ذلك إلى تراجحات وجه القمر، أي تمايله الخفيف إلى الأمام والوراء. ولا يعرف العلماء سبب دوران القمر مرة واحدة حول محوره في كل دورة له حول الأرض. إلا أنهم يظنون أن دوران القمر حول محوره قد تكيف ربما مع وجود قوة مثل قوة جذب الأرض. وقد تفسر أيضاً هذه النظرية لماذا ينتفخ قطر القمر بما يُقدَّر بحوالي نصف كيلومتر في اتجاه الأرض.

الجدول الزمني للقمر

يحتاج القمر إلى حوالي ٢٧ يوماً وثلاث اليوم لانجاز دورة كاملة حول الأرض. وتُعرف هذه المدة بالشهر النجمي. ولكن الهلال، أو المحاق، لا يظهر إلا كل ٢٩ يوماً ونصف اليوم تقريباً، عندما يبدو القمر في أقرب نقطة له إلى الشمس. وتُعرف هذه المدة بالشهر الإقتراني أو القمري. ويكون هذا الشهر أطول من الشهر النجمي لأن الأرض أيضاً تكون قد سارت مسافة معينة حول الشمس. وبالتالي فإنّ المواقع النسبية للقمر والأرض والشمس تتغير، ويحتاج القمر لقطع مسافة أكبر ليصبح هلالاً.

ويتغير أيضاً الجدول الزمني اليومي للقمر. فالقمر يرتفع في السماء متأخراً ٥٠ دقيقة كل ليلة. ولو كان ثابتاً في السماء مثل الشمس والنجوم، لبدأ جدولته الزمني أكثر انتظاماً.

وبعد انقضاء يوم كامل، أو ٢٤ ساعة، تُعيد الأرض الدائرة حول محورها، المراقب إلى الموضع عينه.

يتقدم الموضع النسبي لأن القمر يغطي في يوم واحد حوالي ١/٢٧ من مساره الشهري حول الأرض.

ويفسر ميل الأرض على محورها لماذا تبدو الشمس عالية جداً في السماء خلال الصيف، ومنخفضة في الشتاء. وليل الأرض التأثير نفسه في ارتفاع القمر في السماء، إذ أن مستوى مداره يكاد يترافق تماماً مع الشمس. ويُسبب أيضاً الدوران الشهري للقمر حول الأرض تغييرات في علو القمر الظاهري.

حجم القمر

يمكن تصوّر حجم القمر بمقارنته مع حجم الأرض. ويبلغ قطر الأرض عند خط الاستواء حوالي ١٢,٨٠٠ كيلومتر، فيما يساوي قطر القمر حوالي ٣,٤٥٦ كيلومتراً. ولكن كيف نستطيع مقارنة حجم القمر بحجم الشمس؟ خذ قلم رصاص مبرّئاً جيداً وارسم نقطة على ورقة، فنحصل على تمثيل للقمر. ولإظهار حجم الشمس النسبي، عليك رسم دائرة بقطر يتراوح بين ٢٠ و ٢٥ سنتيمتراً، إذ أن قطر الشمس يبلغ حوالي ١,٣٨٤,٠٠٠ كيلومتر.

يبلغ متوسط بُعد القمر عن الأرض ما يقارب ٤٠٠,٠٠٠ كيلومتر. وقد تبدو هذه المسافة كبيرة جداً مقارنةً بالمسافات على الأرض، لكنّ الفلكيين يعتبرونها قصيرة جداً. فالمسافة التي تفصل القمر أو الأرض عن الشمس تبلغ حوالي ١٥٠ مليون كيلومتر، ويُعتقد أن بعض النجوم يقع على مسافة بلايين السنوات الضوئية من الأرض.

كانت تحتويها، وأعاد تشكيلها كصخور بركانية. أما عتبات الصخور الأخرى فهي من البريشة Breccia (كتل قاسية شبيهة بالاسمنت مؤلفة من شظايا صخرية مختلفة الأحجام). ويعود عمر البريشة والتربة السطحية إلى ٤,٥ بلايين سنة خلت. وتشير حداثة تكوين الصخور البركانية إلى أن نشاطاً جيولوجياً هاماً قد حدث على القمر.

وتبيّن أن الصخور التي حصلت عليها رحلة أبولو ١٢ من محيط العواصف، هي أحدث تكويناً من العتبات التي أخذتها أبولو ١١. وقد تبيّن معظم عتبات أبولو ١٢ من الصخر المصهور. وتختلف هذه الصخور البركانية البلورية اختلافاً كبيراً من حيث البنية والتركيب الكيميائي. أما عتبات التربة والبريشة التي أحضرتها أبولو ١٢، فهي متجانسة من حيث التركيب، وأقدم بليون سنة تقريباً من الصخور البلورية.

مدار القمر

لا يتبع القمر دائرة تامة في دورانه حول الأرض. ويشكّل مداره إهليلجاً يقترب أحد طرفيه إلى الأرض أكثر من الآخر. وفي نقطة تُعرف بنقطة الحضيض، أو الحضيض القمري، حيث يكون القمر في أقرب نقطة من مداره إلى الأرض، تكون المسافة الفاصلة بين القمر ومركز الأرض حوالي ٣٥٥,٢٠٠ كيلومتر. وعندما يبلغ القمر النقطة المقابلة للحضيض، التي تُعرف بنقطة الأوج (أبعد نقطة في مدار القمر عن الأرض)، يكون على بُعد حوالي ٤٠٤,٨٠٠ كيلومتر من الأرض. ويتغير بُعد نقطة الحضيض ونقطة الأوج بين شهر وآخر.

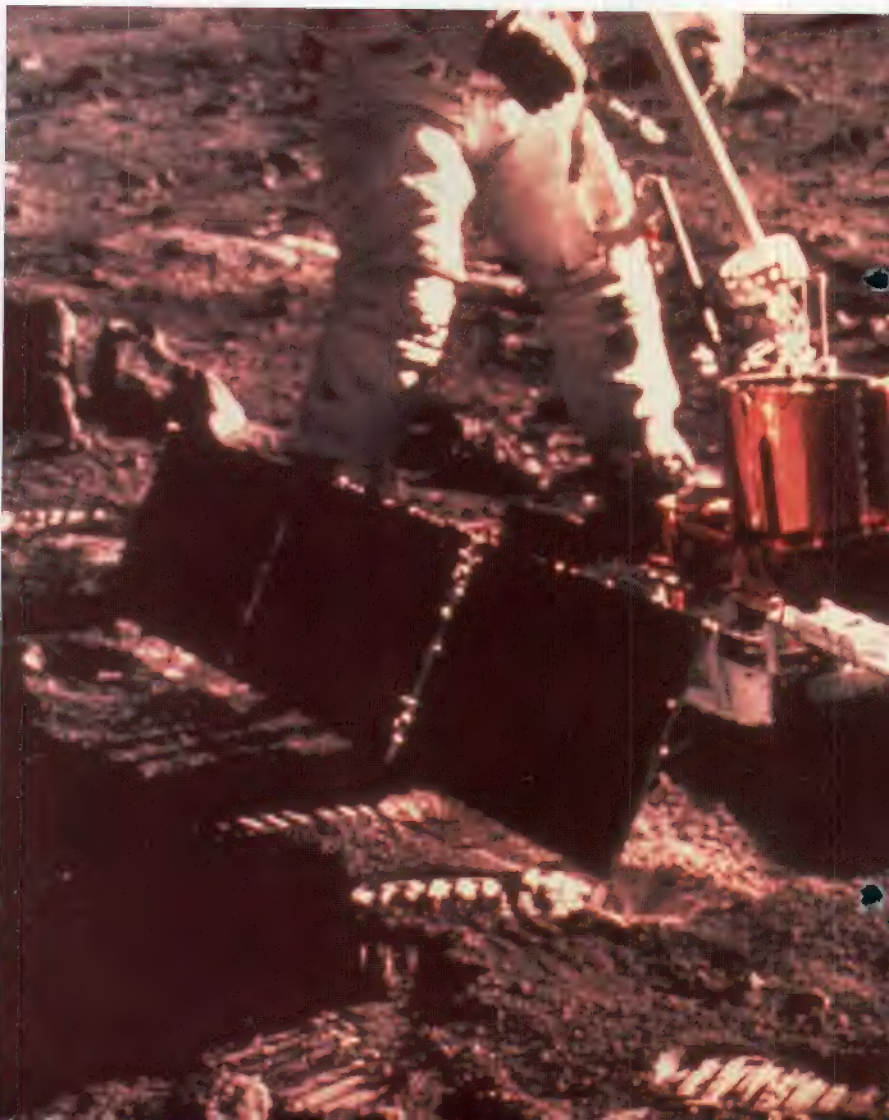
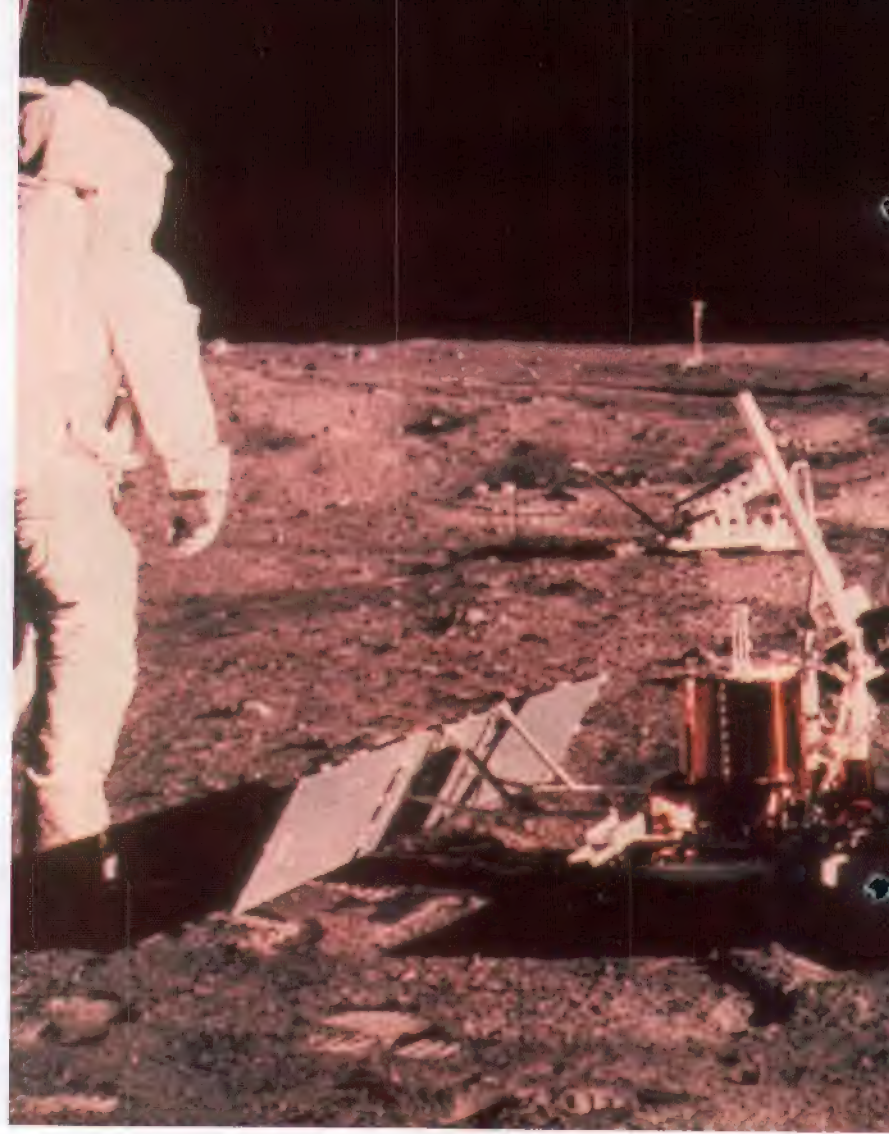
لا يترافق مدار القمر مع خط الأرض الاستوائي، ولا يترافق أيضاً مع مدار الأرض حول الشمس (دائرة البروج، الدائرة الظاهرية لمسار الشمس بين البروج). إلا أنه أقرب إلى دائرة البروج، التي يقطع مستواها بزاوية ٥° تقريباً. وتُعرف النقطتان اللتان يقطع عندهما القمر كل شهر مستوى دائرة البروج بعقدتي القمر.

ويتسم مسار القمر ببعض التعقيد. فإنّ مستوى مداره يتراوح بصورة مستمرة، كما تتراوح قطعة نقدية تدور بسرعة قبل أن تتوقف عن الحركة بقليل. ففي فصل معين، مثلاً، تتجه جهة المدار التي تقع فوق (أو شمال) دائرة البروج بعيداً عن الشمس في بعض الأحيان، وباتجاه الشمس في أحيان أخرى. ويحدث هذا الانتقال ببطء، إذ تدوم دورة التذبذب الكاملة ١٨,٦ سنة. وتُعرف الدورة أحياناً بتراجع العقدتين، حيث أن العقدتين تتحركان باستمرار باتجاه الغرب حول دائرة البروج.

ويميل مدار القمر أحياناً في اتجاه ميل الأرض على دائرة البروج. ويميل، في أحيان أخرى، في الاتجاه المعاكس. ونتيجة لذلك، يطوف القمر في بعض السنين في منطقة من السماء أقرب إلى الشمال، بينما يطوف في سنين أخرى في منطقة أقرب إلى الجنوب. ويحدّد أيضاً ميل مدار القمر وتراوحه مواعيد الخسوفات. ولا تحدث الخسوفات إلا عندما يكون القمر مترافقاً مع الشمس والأرض، أو شبه مترافق معهما.

تغيرات قمرية أخرى

هناك عدم انتظامات أخرى في حركة القمر ناتجة عن جاذبية الشمس والأرض. فعندما يكون القمر بين الشمس والأرض، تجذبه الشمس بعيداً عن الأرض. وعندما يكون القمر في الجهة البعيدة عن الأرض،



لا يولد القمر ضوءاً بنفسه. وفي ما عدا المناسبات النادرة حيث يحجب ظل الأرض القمر، فإنه يبقى معرضاً دائماً لأشعة الشمس المباشرة. وبالتالي، فإن نصفه يبقى دائماً مضاءً ومتألّفاً. ولا يمكن رؤية الجهة المضاءة بأكملها من الأرض، إلا عندما يكون القمر مقابلاً للشمس نسبة إلى الأرض. وعندما يكون القمر في اتجاه الشمس، لا يمكن رؤية أي جزء مضاء منه على الإطلاق. وبين هذين الموقعين المتطرفين، يمكن رؤية أجزاء فقط من الجهة النيرة. وتُعرف هذه المظاهر المتغيرة بأوجه القمر. وتُقسم أوجه القمر لتسهيل تمييزها إلى أربع مجموعات، أو أرباع. وتتميز كل مجموعة بالخصائص التالية:

الهلال أو الخاق: يظهر الهلال فقط عندما يكون القمر في جهة الأرض الأكثر تراسفاً مع الشمس. ولا يضيء الهلال على الأرض، لذلك فإنه يُعرف أحياناً بالقمر المظلم أو الخاق. ولو كان بالإمكان رؤية القمر في هذا الطور، لوجدناه عالياً جداً في الصيف، ومنخفضاً جداً في الشتاء، فيما يبلغ ارتفاعاً متوسطاً في الربيع والخريف. وفي غضون بضعة أيام بعد القمر المظلم، يصبح بالإمكان رؤية هلال رفيع منخفض في سماء نصف الكرة الغربي، بعد غياب الشمس بقليل.

الربع الأول: يبدو نصف جهة القمر المواجهة للأرض مضاءً وساطعاً. ويطلع القمر في الربع الأول قرابة الظهر، ويبلغ أعلى نقطة له في اليوم عند مغيب الشمس، ثم يغرب قرابة منتصف الليل. ويكون القمر في الربع الأول منخفضاً في الخريف، وعالياً في الربيع، وفي موقع متوسط في الصيف والشتاء.

البدر: تصبح جهة القمر المقابلة للأرض مضيئة بكاملها. ويرتفع البدر في الشرق، مع غروب الشمس في الغرب. ويبقى في السماء طوال الليل فيبلغ أعلى نقطة له قرابة منتصف الليل. ويكون البدر في الصيف منخفضاً كشمس الظهيرة في وسط الشتاء. ويكون علوه الظاهري في الشتاء مشابهاً لعلو شمس الظهيرة في الصيف. ويتخذ مساراً متوسطاً في كل من الربيع والخريف.

إن البدر الأقرب إلى الاعتدال الخريفي، الذي يحدث قرابة ٢٣ أيلول (عندما تكون الأنهر والليالي متماثلة في الطول)، يطلع بأقل تأخير على الإطلاق. وينير هذا الهلال الحقول للحصادين الذين يعملون حتى ساعة متأخرة من الليل، ويُعرف بقمر الحصاد. ويُعرف بدر الشهر التالي، الذي يطلع أيضاً باكراً، بقمر الصياد.

الربع الثالث أو الأخير: على غرار الربع الأول يظهر القمر في الربع الثالث مضيئاً في نصف الجهة المواجهة للأرض. ويطلع القمر في الربع الثالث قرابة منتصف الليل، ويبلغ أقصى ارتفاع له عند الفجر، ويغرب قرابة الظهر. وفي الصباح، يكون هذا القمر في سماء نصف الكرة الغربي. ويكون قمر الربع الثالث عالياً في السماء في الخريف، ومنخفضاً في الربيع، ويتبع مساراً متوسطاً في الصيف والشتاء. ثم يضيق الهلال الذي يتشكل بعد ذلك تدريجياً، ويُعرف بالقمر المتناقص أو بالقمر القديم، مع اقترابه من وجه الخاق أو الهلال لانجاز الدورة.

ويمكن أحياناً رؤية قرص القمر مضاءً بشكل ضعيف بين قرني القمر المتناقص أو المتناقص. ويسطع الهلال بسبب أشعة الشمس المباشرة، بينما يظهر باقي القرص بسبب ضوء الأرض. وضوء الأرض هو أشعة

الشمس التي تُعكس باتجاه القمر من المنطقة التي تكون في فترة النهار على الأرض. ويُعرف هذا المظهر شعبياً بـ «القمر القديم بين ذراعي القمر الجديد». ويظهر القمر بين البدر والربعين ككرة مائلة إلى الجانب، ويُعرف عندئذٍ بالقمر المحذّب.

قرنا الهلال

يتجه دائماً قرنا الهلال بعيداً عن الشمس. تختل خطاً يصل طرفي الهلال، ثم تختل خطاً عمودياً يمر في وسط الهلال. ويشير هذا الخط تقريباً في اتجاه الشمس. وقرابة موعد الاعتدال الخريفي، يكون الهلال الجديد الرفيع، الذي يُرى بعد غروب الشمس قرب الأفق، مائلاً بحيث أن الخط الذي يصل طرفي القرنين يكون شبه متعامد مع خط الأفق. وفي الربيع، يكون الهلال الجديد أعلى في السماء وفوق مكان غروب الشمس تقريباً. ويكون الخط الوهمي الذي يصل القرنين شبه متواز مع الأفق. وفي مناسبات نادرة، عندما تحجب الغيوم الشمس لساعة أو ساعتين بعد شروقها، لكنها تترك قطاعاً ضيقاً صافياً قرب الأفق، يمكن رؤية الهلال الجديد مع قرنيه إلى الأسفل. ويحدث الشيء نفسه للهلال القديم، إذا حُجبت الشمس لساعة أو ساعتين قبل الغروب.

جغرافيا القمر

إن المعالم السطحية التي تبدو كـ «رجل على القمر» هي في الحقيقة مجموعة من الحفر والقمم الجبلية والوديان العميقة الضيقة والسهول المستوية، أو «البحار». ويُعرف أكبر هذه «البحار» ببحر الأمطار Mare Imbrium، ويصل قطره إلى حوالي ١١٢٠ كيلومتراً.

ويوجد حوالي ٢٠ بحراً آخر هاماً على جهة القمر المواجهة للأرض. وتحمل هذه البحار أسماء، مثل بحر الهدوء Mare Serenitatis وبحر الأزمات Mare Crisium وبحر الغيوم Mare Nubium. وبرغم أنها تُسمى سهولاً لكونها أكثر السطوح القمرية استواءاً، فإنها ليست مسطحة تماماً، بل تمتد فيها سلاسل جبلية، وتنتشر فوقها الحفر، وتقطعها أجوف وجدران صخرية.

وتقول إحدى النظريات إن «البحار» تشكلت بسبب اصطدامات نيزكية هائلة حدثت منذ بلايين السنين، عندما كان باطن القمر لا يزال حاراً. ويُعتقد أن اصطدام النيازك بسطح القمر قد ولّد حرارة مرتفعة جداً، وأذاب سطح القمر، وأطلق كمية من الصخر المصهور من الداخل، فتشكلت البحار من الحمم. وتؤكد نظرية حديثة أن اصطدام نيزك بالقمر يؤدي على الأرجح إلى سحق الصخر عوضاً عن صهره. وقد زادت مسابير راغر الثلاثة، التي أرسلتها الولايات المتحدة لتصوير القمر في العامين ١٩٦٤ و ١٩٦٥، من تخمينات العلماء حول ما إذا كانت «بحار» القمر مكونة بشكل رئيسي من الرماد البركاني أو سيول الحمم أو الغيار أو من مادة غير معروفة.

تحيط بـ «البحار» جبال هائلة، أطلقت عليها أسماء مثل الألب والبيرينيه والكاريات، نسبةً لسلاسل الجبال على الأرض. وأكثر السلاسل الجبلية ارتفاعاً على سطح القمر هي سلسلة ليبنيتز Leibnitz، التي يبلغ ارتفاع أعلى قمة فيها ٩٠٠٠ متر.

وتنتشر فوق سطح القمر عشرات آلاف الحفر، التي كثيراً ما تتراكب، الواحدة منها فوق الأخرى. وقد تناقش العلماء طويلاً في موضوع أصلها وتكوينها. وتقول إحدى النظريات إن الحفر قد تكون فوهات براكين خمدت منذ بلايين السنين. إلا أن

▲ سطح القمر: نلاحظ الفجوات التي أحدثها ارتطام النيازك



السطحية إلى ٨٠° مئوية. وعندما تُحجب أشعة الشمس بسبب دوران القمر حول محوره، تهبط درجات حرارة السطح إلى ٩٠° مئوية تحت الصفر. وقد كشفت الأجهزة أنّ السطح يبرد بسرعة أكبر من الطبقة التخشّطية. وتُعتبر هذه الظاهرة دليلاً على أنّ المادة المكوّنة للسطح تختلف عن المادة الموجودة تحته.

الرحلات الفضائية إلى القمر

في بداية السنة الجيوفيزيائية الدولية سنة ١٩٥٧، كتّفت الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي السابق أبحاثهما لصنع مسبار قمرّي. وفي السنوات القليلة التي تلت، ازدادت معرفتنا بالقمر إلى حدّ بعيد.

في سنة ١٩٥٨، أرسلت الولايات المتحدة صاروخاً من طراز «بايونير ١» إلى ثلث المسافة بين الأرض والقمر. وفي سنة ١٩٥٩، مرّ المسبار السوفياتي «لونا ١» على بعد ٧٤٥٦ كيلومتراً من القمر، ودار في مدار حول الشمس. ومرّ أيضاً «بايونير ٤» و«٥»، اللذان أُطلقا سنتيّ ١٩٥٩ و١٩٦٠، قرب القمر قبل أن يسيرا في مدار حول الشمس. وفي سنة ١٩٥٩، هبطت «لونا ٢» متحطمة على سطح القمر. وفي السنة نفسها، بقّت «لونا ٣» إلى الأرض أولى الصور للجهة البعيدة من القمر. وفي ٣١ تموز ١٩٦٤، أصبحت «رانجر ٧» أول مركبة فضائية أميركية تصوّر القمر. وقامت جميع المسابير الأولى إمّا بالمرور قرب القمر أو بالهبوط متحطمة على سطحه.

وقد نجحت مركبات فضائية متقدمة أكثر في الهبوط يهدوء على القمر، أو دارت في مدار حوله. وكان المسبار السوفياتي «لونا ٩» أول مسبار يحطّ على القمر سالماً، وقد نزل في محيط العواصف في ٣ شباط ١٩٦٦. وأُرسلت «لونا ٩» بضع صور فقط قبل أن تتوقّف بطّاريتها عن العمل. وفي ٢ حزيران ١٩٦٦، هبط أيضاً المسبار الأميركي «سورفيور ١» في محيط العواصف. وأُرسل هذا المسبار أكثر من ١١,٠٠٠ صورة. وقد حملت المركبات من نوع «لونا» و«سورفيور» التي هبطت بعد ذلك على سطح القمر، آلات تصوير وأجهزة لدراسة سطح القمر.

وضعت مركبات سوفياتية أخرى من طراز «لونا» في مدار حول القمر، وأطلقت أيضاً الولايات المتحدة مركبات من طراز «لونا أوربيتر» (المركبة المدارية القمرية) في مدار حول القمر. وخلال عاميّ ١٩٦٦ و١٩٦٧، قامت المركبات المدارية القمرية بمسح واسع لسطح القمر، بحثاً عن مناطق مناسبة لإنزال المركبات المأهولة من طراز «أبولو». وكانت «أبولو» أول مركبة مأهولة تدور حول القمر، وذلك في كانون الأول ١٩٦٨. وفي تموز ١٩٦٩، حملت «أبولو ١١» أول رجال إلى سطح القمر. قام رواد الفضاء الأميركيون بخمس رحلات أخرى إلى القمر من عام ١٩٦٩ إلى عام ١٩٧٢. وقد التقطوا آلاف الصور، وجمعوا عدداً كبيراً من العينات، وأجروا مجموعة واسعة ومتنوعة من التجارب، التي هدف الكثير منها إلى الحصول على معلومات أكبر حول بنية القمر الداخلية. إنتهى البرنامج الأميركي لهبوط المركبات الأهلة على القمر بـ«أبولو ١٧» في كانون الأول ١٩٧٢. ومع أنّ الاتحاد السوفياتي السابق لم يُنزل قط مركبة أهلة على القمر، فقد وضع مركبات ذاتية الحركة على سطح القمر في العام ١٩٧٠، ثمّ مجدداً في العام ١٩٧٢. واستمرّ الاتحاد السوفياتي السابق بإطلاق المسابير القمرية غير الأهلة حتى العام ١٩٧٤.

النظرية التي يتوافق عليها اليوم معظم العلماء تؤكد أنّ الحفر قد نتجت عن وابل من الحجارة النيزكية، وعن النشاط البركانيّ على حدّ سواء.

ويحمل الكثير من حفر القمر أسماء فلكيين مشهورين، فتجد حفرة نيكو (نسبة إلى نيكو براهيه) وكوبرنيكوس وكبلر. ويحمل بعض الحفر الأخرى شعاعات، هي خطوط فاتحة اللون، تمتدّ من الحفر على نحو شعاعيّ مثل قضبان العجلة. ويمتدّ بعض هذه الشعاعات على أكثر من ١٦٠٠ كيلومتر. ولا يتجاوز عرض أيّ منها ١٩ متراً. في سنة ١٩٦٤، أرسل مسبار «رانجر ٧» أول صور قريبة لهذه الشعاعات. وقد تبين أنّها تجمّعات من الحفر الصغيرة. ويعتقد معظم العلماء أنّها تشكّلت نتيجة وقوع الشظايا التي تطايرت بعد اصطدام الحجارة النيزكية بسطح القمر، وتشكيلها بذلك الحفر الكبيرة. ويتراوح قطر الحفر الكبيرة بين أقلّ من ١,٥ كيلومتر وما يقارب ٢٤٠ كيلومتراً. وعلى غرار «البحار»، تحيط بهذه الحفر جبال عالية.

هناك أكثر من ألف واد عميق - تُعرف بالزيلات (جمع ريل وهو حُرّ طويل كالوادي في سطح القمر) أو الشقوق - على سطح القمر. ويتراوح طول هذه الوديان بين ١٦ و٤٨٠ كيلومتراً، ولا يتجاوز عرضها المترين، فيما يبقى عمقها غير معروف. ويعتقد العلماء أنّ الزيلات هي شقوق أو صدوع في سطح القمر، تشكّلت على طول مناطق وهن، نتجت عن شكل من أشكال الاحتراز والتمدّد الداخليين. وخلال حدوث كسوف شمسيّ، تشكّل أحياناً أشعة الشمس التي تلمع في الوديان على حافة قرص القمر، دائرة من النقاط اللامعة تُعرف بـ«خزرات بايلي» أو «عقد بايلي».

هل للقمر جوّ؟

اعتقد العلماء لسنين طويلة أنّ لا أثر لأيّ غاز أو جوّ على القمر. ولكنّ بعض الأدلة يشير اليوم إلى وجود جوّ، مع أنّه قد يكون قليل الكثافة بحيث لا يمكن قياسه. خلال أحد احتجاجات سديم السرطان، اكتشف فلكيون، يستخدمون تلسكوباً لاسلكياً في جامعة كمبريدج، حدوث انحناء ضئيل في أشعة السديم. وقد يكون هذا الانحراف ناتجاً عن وجود جوّ رقيق حول القمر.

في سنة ١٩٥٦، سجّل فلكيون وجود ما بدا وكأنّه سحابة فوق الحفرة ألفونسوس. وفي سنة ١٩٥٨، أعلن الفلكي السوفياتي نيكولاي أ. كوزيريف عن حدوث ثوران ظاهريّ من الحفرة. وأخذ صوراً طيفية أظهرت وجود غازات قليلة الكثافة. وقد أحييت اكتشافات كوزيريف المناقشات والجدالات بين مؤيدي نظرية الأصل البركانيّ للحفر القمرية ومؤيدي نظرية الأصل النيزكيّ. واعتبر الكثير من العلماء أنّ كوزيريف لم ير ثوراناً بركانياً حقيقياً، بل نفخة من الغاز والغبار من تحت السطح، ناتجة ربما عن الحرارة المرتفعة. وبعض الحفر الصغيرة، ضمن حفرة ألفونسوس الكبيرة، «هالات سوداء» يُعتقد أنّها تراكمات من المواد التي ملأت الزيلات التي تقع على طولها.

يدعم معظم الأدلة العلمية النظرية القائلة إنّ القمر بارد وصلب تحت السطح. ولا ينتفخ قطره، الموجّه باتجاه الأرض، إلّا بقدر ضئيل جدّاً. ولو كان باطن القمر لم يزل حارّاً ومنصهرّاً، لكانت الجاذبية أثّرت على الأرجح تأثيراً أكبر في قطره.

يمتصّ سطح القمر الحرارة عندما يواجه الشمس. وفي هذه الفترات، تصل أحياناً درجة الحرارة



القمر كما صوّرته المركبات الفضائية



منذ ملايين السنين، كان طول اليوم ١٨ ساعة

في دراسة نُشرت في عدد ٥ تموز ١٩٩٦ من مجلة ساينس Science، جاء أن طول اليوم منذ ٩٠٠ مليون سنة لم يتجاوز ١٨ ساعة. وقد كتب هذه الدراسة علماء بالكواكب وجيولوجيون من جامعة أريزونا في توسون، ودائرة المسح الجيولوجي لولاية إنديانا في بلومنجتون، وجامعة يوتا في سولت ليك سيتي، وجامعة ولاية كولورادو في فورت كولينز، الذين استنتجوا من السجل الجيولوجي أن القمر يبتعد عن الأرض، بسرعة ثابتة تقريباً، منذ ملايين السنين. وقد ارتكزت نتائج الدراسة على بيانات الأتماط المدية والجزرية القديمة المخلفة في الصخور الرسوبية في الولايات المتحدة وأستراليا. اكتشف علماء الفلك منذ ستين عدّة أن القمر والأرض يبتعدان عن بعضهما البعض. وقد وُفرت بعثة أيلول ١١ الأميركية إلى القمر في العام ١٩٦٩، الوسيلة لجمع إثباتات مباشرة على هذا التباعد بوضع عاكس حزمة لايزر على سطح القمر. عن طريق إرسال حزمة لايزر من الأرض إلى العاكس الموجود على القمر، تمكّن العلماء من إجراء قياس دقيق للوقت الذي تتطلبه حزمة اللايزر للوصول، وبالتالي قياس دقيق للمسافة بين الأرض والقمر، مع العلم أن حزمة اللايزر انتقلت بسرعة ٣٠٠,٠٠٠ كم/الثانية، أي بسرعة الضوء. وقد أظهرت قياسات العاكس أن الأرض والقمر يبتعدان بسرعة ٣,٨٢ سنتيمترات في

السنة تقريباً. وكان الفلكيون قد استنتجوا في وقت سابق من تواريخ الخسوفات القمرية أن المسافة بين الأرض والقمر قد تغيّرت على مدى الزمن. إلا أنه كان من الصعب إيجاد سجل جيولوجي حول العلاقة المتغيّرة بين الأرض والقمر. وفي الدراسة المذكورة، فحص الباحثون تراكمات تُعرف بالترسبات المديجزرية (صخور تشكّلت من الترسبات الرملية والوحلية التي تتركها حركة المدّ والجزر المحيطية) موجودة في أربعة تكوينات صخرية من أعمار مختلفة. وهذه الصخور الرسوبية الأربع التي تمّت دراستها هي: تكوين بيچ كوتون في يوتا (يعود إلى ٩٠٠ مليون سنة خلت)؛ وتكوين إلاتينا في أستراليا (يعود إلى ٦٥٠ مليون سنة خلت)؛ وتكوين بوتسكيل في ألاباما (يعود إلى ٣١٢ مليون سنة خلت)؛ وتكوين مانسفيلد في إنديانا (يعود إلى ٣٠٥ ملايين سنة خلت). والتكوين الصخري هو مجموعة أو طبقات من الرسوبيات الصخرية متشابهة بشكل كاف لكي تُعتبر وحدة مستقلة. تشكّل الطبقات الرقيقة الموجودة في الترسبات المديجزرية سجلات لحركة المدّ والجزر اليومية. وتُعرف حركتا المدّ القويتان وحركتا المدّ الضعيفتان في كلّ شهر قمرّي - الوقت الذي يتطلبه القمر لإنجاز دورة واحدة حول الأرض - بالمدّين التامين والمدّين النافصين على التوالي، وتظهر على شكل أشطرة متمايضة. ويفصل بين هذه الأشطرة الموجودة في الترسبات المديجزرية بضعة مليمتترات.

سطح القمر

وتوفّر هذه الأتماط معلومات حول التفاعل المتبادل بين الأرض والقمر لأنّ حركة المدّ والجزر تنتج عن قوّة الجذب التي يمارسها القمر على الأرض (وبدرجة أقلّ قوّة جاذب الشمس)، ولا سيّما على محيطات الأرض. تتحد قوّة الجذب الممارسة على محيطات الأرض مع القوّة النابذة باتجاه الخارج، الناتجة عن دوران نظام الأرض والقمر للتسبّب بحركة مدّ في جهتي الأرض الأقرب من القمر والأبعد منه. ومع دوران الأرض حول محورها، تنتقل حركة المدّ عبر سطح الأرض وتولّد مدّين كلّ يوم في أي موقع من محيطات الأرض. وينتج المدّان الناقصان الضعيفان والمدّان التامان القويّان في كلّ شهر قمرّي عن تغيّرات تصاف القمر مع الشمس، أثناء دوران القمر حول الأرض. قام الباحثون، وعلى رأسهم العالم بالكواكب شارلز ب. سونيت الأستاذ الفخري في جامعة أريزونا، بدراسة عينات الصخور لتحديد الأتماط الموسميّة ضمن دورات المدّ والجزر التي تشير على انقضاء سنة كاملة. وتمكّن الباحثون من عدّ الدورات القمرية كلّ سنة، وحدّدوا السرعة التي يدور بها القمر حول الأرض. وكما كان متوقعاً، وجد العلماء أنه، منذ ملايين السنين، كان القمر يدور حول الأرض بسرعة أكبر من اليوم. ترتبط استطلاة الدورة القمرية بشكل مباشر بابتعاد القمر عن الأرض: مع تباطؤ دوران الأرض والقمر، يبتعد القمر عن الأرض. بلغة الميكانيكا، يبقى الزخم (كميّة

التحرّك) الإجماليّ للجرمين على حاله تقريباً (تضيع كمّيّة معيّنة من الطاقة في الاحتكاك عبر حركة المدّ والجزر)، لكنّ بعض الطاقة الكامنة - الطاقة المرتكزة على الموقع في النظام الميكانيكيّ بدلاً من الحركة - تُنقل إلى القمر. بالإستناد إلى تغيّز طول الدورة القمرية على مدى الزمن، حسب العلماء سرعة ابتعاد القمر طوال مئات ملايين السنين. ووجدوا أن هذه السرعة مساوية للسرعة الحالية التي وجدها اختبار برنامج أبولو، ما يشير إلى أن تراجع القمر حدث بشكل منتظم على مدى الزمن. استناداً إلى سرعة تراجع القمر والميكانيكا المدارية لنظام الأرض والقمر، وجد واضعو الدراسة أن اليوم على الأرض منذ ٩٠٠ مليون سنة، أي نحو نهاية الدهر الفجريّ، قد دام ١٨ ساعة فقط. وأشارت الدراسة إلى أنه في الدهر الفجري المتأخّر، وقعت السنة - دورة كاملة للأرض حول الشمس - في ٤٨١ يوماً. إنّ تتبع ديناميكا الأرض والقمر عبر الأزمنة الجيولوجية الماضية يوفر معلومات ثمينة للعلماء بالكواكب الذين يحاولون تحديد منشأ القمر. تقدّم العلماء بعدّة نظريات لتفسير كيفية تكوين القمر. وتنصّ إحدى هذه النظريات على أن القمر انشقّ عن الأرض، بينما تقول نظرية أخرى إنّ القمر قد تكوّن بالتزامن مع النظام الشمسيّ والكواكب الأخرى، وتؤكد نظرية ثالثة أن القمر تكوّن باصطدام الأرض بجسم بحجم كوكب.



السفر في الفضاء

استكشاف الفضاء الخارجي

«إنها خطوة صغيرة لرجل، ولكن قفزة عملاقة للبشرية». قال نيل أ. أرمسترونج هذه الكلمات في ٢٠ تموز ١٩٦٩، وهو ينزل من المركبة «إيجل» ليدوس سطح القمر. وبعد ذلك بدقائق، لحق به إدوين إ. ألدرين؛ وأصبح رائدا الفضاء الأميركيان أول رجلين يطان سطح القمر. وبقي زميلهما مايكل كولنز في مدار حول القمر على متن مركبة القيادة «كولومبيا» من المركبة «أبولو ١١». سار أرمسترونج وألدرين بسهولة غير متوقعة على سطح القمر، والتقطا صورا، وأجريا اختبارات، وجعما عيّنات من تربة القمر وصخوره. وبعد ٢١ ساعة و٤٢ دقيقة على سطح القمر، انضما إلى زميلهما كولنز ليعود الجميع بسلام إلى الأرض.

وقد شكّلت رحلة «أبولو ١١» للمحمية - والرحلات الفضائية الآهلة الأخرى التي جرت في الستينات - نقطة الذروة لقرون من التخمين والدراسة، وعشرات السنين من العمل على المشاكل العملية لاستكشاف الفضاء. وتعتبر هذه الرحلات مقدّمة لرحلات أطول في المستقبل ستحمل الإنسان إلى المريخ والكواكب الأخرى، وربما في النهاية إلى خارج النظام الشمسي.

الفضاء - الحدود الجديدة

إن وصول الإنسان إلى الفضاء هو إحدى أكبر المغامرات التي شهدتها الأزمنة الحديثة. وقد نقلت الرحلات الفضائية الأجهزة أولاً، ثم الإنسان بنفسه، إلى أبعاد كانت غير معروفة أو مفهومة تماماً حتى السنوات الأخيرة. وعلى رغم أنّ الإنسان قد قطع حدود الفضاء، فإنّ الفضاء لا يزال يحمل أسراراً ومفاجآت لا تُعدّ ولا تُحصى.

العالم خارج الأرض

الفضاء هو المنطقة الممتدة خارج حدود جو الأرض. ومن الصعب تحديد بداية الفضاء، إذ أنّ الجو لا ينتهي فجأة، بل تنخفض كثافته تدريجياً مع الارتفاع.

أما بالنسبة للإنسان، فإنّ الشروط السائدة في الفضاء تبدأ على ارتفاع حوالي ١٣,٥٠٠ متر. فوق هذا الحد، يحتاج الإنسان إلى بزة ضغطية مغلقة بإحكام أو حجرة مكثفة الضغط، لكي يتمكن من التنفس. وتستطيع الطائرات النفاثة المحمّلة التي تحتاج إلى أكسجين الهواء أن تطير على ارتفاعات تتجاوز ٢٤,٠٠٠ متر بقليل. وقد ارتفع بعض المناطيد إلى حوالي ٤٥,٠٠٠ متر. أما الطائرات التي تسيرها الصواريخ والتي لا تحتاج إلى أكسجين الهواء، فقد وصلت إلى أكثر من ١٠٦,٢٠٠ متر، وهو مستوى يقع فوق ٩٩٪ من الجو.

وعلى ارتفاع حوالي ١٦٠ كيلومتراً، تستطيع الأقمار الصناعية الدوران في مدار الأرض. ويمكن القول إنّ الفضاء الحقيقي يبدأ على هذا الارتفاع. وتوصف المناطق الأبعد من الفضاء بالأجرام التي تحدها. فهناك الفضاء بين الأرض والقمر؛ والفضاء البينوكمي الذي يمتد بين الشمس وكواكب النظام الشمسي؛ والفضاء البينجمي الذي يمتد بين نجوم المجرة الواحدة؛ والفضاء البينمجري (وهو فضاء لا يمكن تخيل كبره) الذي يمتد بين المجرات الكثيرة التي يشتمل عليها الكون.

يحتوي الفضاء على كمية أقل من المادة في وحدة الحجم من أقصى الفراغات التي يمكن خلقها في المختبر،

إلا أنّه ليس فارغاً على الإطلاق. تنتشر الإشعاعات في الامتدادات الشاسعة الواقعة بين الأجرام السماوية الكبيرة، وتندفع فيها الجسيمات المشحونة والمادة التي تتراوح بين النيازك الدائرة الكبيرة الحجم والحبيبات الصغيرة المعروفة بـ «الغبار الكوني».

ما الهدف من استكشاف الفضاء؟

يشكّل الفضاء، دون ريب، بيئة غير ملائمة للإنسان وآلاته. ويتطلّب الأمر قدراً كبيراً من الإبداع والوقت والمهارة والمال، ليتمكن الإنسان من البقاء على قيد الحياة في الفضاء ولتعمل آلاته بالشكل المطلوب. وعلى الرغم من ذلك، فقد انكبت الجهود، ولا تزال، على استكشاف الفضاء.

ويكمن أحد الأسباب الرئيسية لاستكشاف الفضاء في زيادة معرفة الإنسان بالأرض والنظام الشمسي والكون. وقد أعطت الأقمار الصناعية الكثير من المعلومات الجديدة حول الأرض. وتسمح «مراكز الرصد» فوق جو الأرض برصد الإشعاع الذي لا يخترق جو الأرض. وجمعت المركبات الفضائية، في رحلاتها بعيداً عن الأرض، معطيات جديدة حول القمر والكواكب.

وينطوي أيضاً استكشاف الفضاء على قيمة عملية. فإنّ الأقمار الصناعية الأرصادية تساهم في توقع الحالة الجوية. وتزيد أقمار الاتصالات قنوات الاتصال الدولية، وتسمح ببث موجات التلفزيون بين القارّات. وتقوم أقمار الملاحة بتوجيه السفن في البحر، وتجري الأقمار العسكرية عمليات استطلاع حيوية. وتسمح الأقمار الجيوديسية بوضع خرائط فائقة الدقة. ويجد أخيراً الكثير من منتجات تكنولوجيا الفضاء تطبيقات واستعمالات على الأرض.

ولكن، قد نجد ربما أهم سبب لاستكشاف الفضاء في فضول الإنسان الذي لا يرتوي. ويذهب اليوم مستكشفو الفضاء إلى خارج نطاق الأرض، استجابة لنداء المجحول الذي دفع من سبقهم إلى عبور المحيطات واجتياز القارّات، إلى السعي للوصول إلى قطبي الأرض، إلى ذرع السماء جنة وذوياً، وتسلك الجبال، وخرق أعماق البحار.

برنامج «أبولو» - إرسال إنسان إلى القمر

مهدّ ماركوري وجيمناي الطريق لبرنامج «أبولو»، الذي كان هدفه استكشاف الإنسان للقمر والنزول عليه. وبدأ تصميم وتطوير مركبة «أبولو» ذات المركبات الفرعية الثلاث، والتي تحمل على متنها ثلاثة رواد في ستينات القرن العشرين.

تجدّد موعد الاختبار الأول لمركبة «أبولو» الآهلة في سنة ١٩٦٧، ولكن في كانون الثاني ١٩٦٧، وأثناء إجراء عدّ عكسي تجريبي، لقي رواد الفضاء جريسوم ووايت وروجر ب. شافي حتفهم، عندما اجتاحت نيران مفاجئة وقصيرة الأجل مركبة القيادة حيث كانوا جالسين. وأطلقت أول مركبة «أبولو» آهلة، هي «أبولو ٧»، في ١١ تشرين الأول ١٩٦٨. وبقي رواد الفضاء شيرا ودون ف. أيزلي والتر كاننجهام في مدار الأرض لمدة ١١ يوماً.

في ١٢/١٢/١٩٦٨، تمّ إطلاق «أبولو ٨». وأصبح رواد الفضاء الذين كانوا على متنها بورمان ولوشيل ووليام أندرز، أول بشر يدورون في مدار القمر، وقد أُنجزوا عشر دورات حول القمر. حملت «أبولو ١١»، التي أُطلقت في ١٦/٧/١٩٦٩، أول رجلين يدوسان سطح القمر. فقد حطّ ريان مركبة القيادة نيل أ. أرمسترونج وريان المركبة القمرية إدوين إ. ألدرين جونيور في بحر السكون في



▲ مكوك في الفضاء

▼ مشهد للأرض من المكوك الفضائي





رائدان أميركيان يستكشفان سطح القمر





قام مكوك شالنجر بأول رحلة له في نيسان ١٩٨٣. وفي رحلته الثانية، في حزيران من السنة نفسها، ضم الطاقم أول امرأة أميركية تصعد إلى الفضاء: سالي ك. رايد. أطلق مكوك كولومبيا من جديد في تشرين الثاني حاملاً على متنه «سبايسلابل ١»، وهي مركبة - مختبر شديدة التعقيد، صنعتها وكالة الفضاء الأوروبية، ووهبتها لإجراء التجارب العلمية في الفضاء.

في شباط ١٩٨٤، استعمل بروس ماك كاندللس الثاني وروبرت ل. ستوارت أجهزة دفع بالنفث الغازي، محمولة على الظهر للتنقل والعمل في الفضاء والعودة إلى مكوك «شالنجر»، من دون أي حبل يربطهما بالمركبة الفضائية. وُضع مكوك «ديسكوفري» قيد العمل في العام ١٩٨٤، وتلاه «أتلانتس» في العام ١٩٨٥.

في ٢٨ كانون الثاني ١٩٨٦، وبعد ٢٤ رحلة ناجحة، انفجر مكوك «شالنجر» بعد ٧٣ ثانية من إطلاقه. وقُتل أفراد طاقمه السبعة، ومنهم المدرّسة كريستا ماك أوليف التي فازت بمسابقة «معلم في الفضاء» التي اشترك فيها مدرّسون من جميع أنحاء الولايات المتحدة. غُلق برنامج المكوك الفضائي إلى حين لإيجاد سبب الانفجار. وعادت الولايات المتحدة إلى الفضاء في العام ١٩٨٨ بإطلاق المكوك الفضائي «ديسكوفري»، في شهر أيلول من تلك السنة. وقد خضع تصميم المكوك لثلاث تعديلات. وفي كانون الأول ١٩٨٨ ثم في أيار ١٩٨٩، قام «أتلانتس» برحلتين ناجحتين. في سنة ١٩٩١، استبدلت الولايات المتحدة مكوك «شالنجر» بمكوك «إنديفور» الجديد.

أطلق الاتحاد السوفياتي السابق المكوك الفضائي «بوران» (العاصفة الثلجية) في رحلة لا يقودها إنسان، في تشرين الثاني ١٩٨٨. وقد أنجز هذا المكوك دورتين حول الأرض، وكان مشابهاً جداً للمكوك الأميركي في ما عدا تصميم صاروخ الإطلاق.

رؤاد الفضاء

التدريب الخاص بالمهمة: يشمل دراسة تصميم ونسق قمر القيادة وأنظمة التحكم بالطيران، وعملاً هندسياً، والتأقلم مع التجهيزات والمعدات المختلفة. خلال هذا التدريب، يُعَيّن المرشحون لتشغيل أنظمة الطيران الفضائي المختلفة وللقيام بشئ أنشطته الدعم. ويُجرى تقدير لأدائهم في هذه المهامات المؤكدة إليهم، وأيضاً في مراحل التدريب الأخرى. وتحدّد هذه التقديرات ما إذا سوف يُقبل المرشحون كرؤاد فضاء أم لا.

إنّ قبول المرشح كرائد فضاء لا يضمن إرساله على الفور في مهمة فضائية. وقد انتظر بعض رؤاد الفضاء الطيارين ١٢ سنة قبل أن يطيروا في الفضاء. أثناء الإنتظار، يستمرّ رؤاد الفضاء في العمل في مجالات هندسية مختلفة. ويصبح بعض رؤاد الفضاء خبراء في الكثير من العمليات أو أنشطة الدعم. وتساعد هذه المعرفة الخاصة رؤاد الفضاء على الإشتراك في رحلات يكون فيها اختصاصهم ضرورياً.

الساعة ٣,١٧ من بعد ظهر يوم ٢٠ تموز. وفي الساعة ٩,٥٦ مساءً، وُطئ أرمسترونج سطح القمر، ثم لحق به ألدرين. وبقي مايكل كولنز في مركبة القيادة الدائرة في مدار القمر.

وحقق كل من شارل كونراد جونيور وألان ل. بين من «أبولو ١٢»، التي أُطلقت في ١٤ تشرين الثاني سنة ١٩٦٩، الهبوط الثاني على سطح القمر في ١٩ تشرين الثاني سنة ١٩٦٩، وقد رافقهما في الرحلة ريتشارد ف. جوردون جونيور. وأنجز شيبارد (أول أميركي يطير في الفضاء) وإدجار د. ميتشل ثالث هبوط على سطح القمر في ٥ شباط ١٩٧١، وقد حطّا مع ستوارت أ. روزا في «أبولو ١٤».

وقام رؤاد الفضاء في «أبولو ١٥» بالهبوط الرابع على سطح القمر، في ٣٠ تموز ١٩٧١. إستُخدم رؤاد الفضاء سيّارة قمرية عاملة بالكهرباء لجمع حوالي ٧٧ كيلوغراماً من الصخور والتربة. وجرى الهبوط الخامس في ٢٠ نيسان ١٩٧٢، عندما حطّ أفراد طاقم «أبولو ١٦» في مرتفعات «ديكارت» الوعرة. وقد جمعوا العينات الأولى من تربة وصخور الجبال القمرية.

أُطلقت «أبولو ١٧»، آخر مركبة من مجموعة أبولو، في ٧ كانون الأول ١٩٧٢. وقد أمضى إثنان من رؤاد الفضاء أربعة أيام على سطح القمر، وأجريا اختبارات لدراسة بيئة القمر وباطنه.

في ١٤ أيار ١٩٧٣، أُطلق سكايلابل، وهو مختبر فضائي يصل وزنه إلى ١٠٠ طن، في مدار الأرض. والتحم الطاقم الأول - كونراد وجوزف ب. كيروين ويول ج. وايتز - الذي كان على متن مركبة أبولو معدّلة، بـ«سكايلابل ٢» في ٢٥ أيار. وقد شملت الاختبارات التي أجروها، أبحاثاً حول الشمس وموارد الأرض ورّد فعل جسم الإنسان على البقاء مدة طويلة في الفضاء، وقد أمضوا ٢٨ يوماً في الفضاء. وكسر أفراد طاقم «سكايلابل ٣» هذا الرقم، إذ أمضوا ٥٩ يوماً في الفضاء. وسقط هذا الرقم القياسي من جديد، عندما أمضى أفراد طاقم «سكايلابل ٤» ٨٤ يوماً في الفضاء.

برنامج المكوك الفضائي

في السبعينات، صنعت الولايات المتحدة المكوك الفضائي، وهو أول مركبة فضائية أهلة قابلة لإعادة الاستعمال. ويجمع المكوك ثلاثة أنظمة: مركبة مدارية مجنّحة تحمل الطاقم والآلات؛ وخزاناً خارجياً يحتوي على وقود دفعي للمحركات الصاروخية الرئيسية الثلاثة؛ ومعرّزين صاروحيّين صلبين لرفع المركبة فوق القسم الأكثر كثافة من الجو. وقد صُمم المعرّزان للنزول بالمظلة في المحيط لإعادة تأهيلهما، بينما تحطّ المركبة المدارية على مدرج في نهاية الرحلة.

بدأ البرنامج بصنع أربعة مكوكات فضائية، أطلق عليها أسماء سفن شهيرة: كولومبيا وشالنجر وديسكوفري وأتلانتس. طارت «كولومبيا» في أربع رحلات مدارية اختبارية من نيسان ١٩٨١ إلى تموز ١٩٨٢. وقد قام بالرحلة الأولى رائدا الفضاء جون و. يونج وروبرت كريين. ونقلت الرحلات الثلاث اللاحقة أحمالاً لإظهار منفعة المكوك كناقلة. وبدءاً من الرحلة الخامسة في العام ١٩٨٢، حمل المكوك أجهزة عاملة.

الفضاء في برنامج مركوري على وضع نافذة في المركبة الفضائية وباب صغير يفتح من الداخل، وعلى الحصول على المزيد من السيطرة في قيادة المركبة. وعمل رواد الفضاء في المكوكات الفضائية على تحديد المكان المثالي لوضع الأجهزة المختلفة. كما أنهم ساهموا في اختراع تجهيزات خاصة مثل الأدوات المستعملة في تصلح الأقمار الصناعية.

رواد الفضاء السوفييت

منذ نيسان ١٩٦١، طار في الفضاء أكثر من ٩٠ رائد فضاء سوفييتياً أو من مجموعة الدول المستقلة (منذ العام ١٩٩٠). قُتل أربعة من رواد الفضاء هؤلاء خلال إحدى الرحلات الفضائية. ففي نيسان ١٩٦٧، قُتل رائد الفضاء فلاديمير كوماروف عندما تعطل عمل مظلة مركبته الفضائية. وفي حزيران ١٩٧١، توفي رواد الفضاء جيورجي دوبروفولسكي وفكتور باتسايف وفلاديسلاف فولكوف في رحلة العودة، عندما تسرب الهواء خارج كبسولتهم.

يتدرب رواد الفضاء الروس في مركز ي. أ. جاجارين، المعروف أيضاً بـ «مدينة النجوم»، قرب موسكو. تنطلق الصواريخ الفضائية من مدرج بايكونور الفضائي الواقع قرب بحر آرال في جنوب وسط كازاخستان. وتهبط المركبات في مناطق نائية مسطحة من كازاخستان. والحقيقة هي أنه كثيراً ما تنتهي الرحلات الفضائية في حقول القمح.

كان رواد الفضاء الأوائل طيارين حربيين ومدربي طيران. وكان معظمهم في أوائل العقد الثالث من العمر، وقد أرسل العديد منهم إلى الجامعة بعد رجوعهم من الفضاء. منذ رحلة فالنتينا ترشكوفا في العام ١٩٦٣، ضمت طواقم رواد الفضاء مهندسين وفيزيائيين مدنيين.

لم يستغرق تدريب رواد الفضاء السوفييت الأوائل أكثر من سنتين. وكان البرنامج الأصلي يبدأ بشهرين من النشاط الرياضي المتواصل، يشمل الغطس من مكان مرتفع والتزلج والمصارعة والقفز بالمظلة فوق الأرض والماء. لم يتطلب برنامج التدريب الأميركي مثل هذه الأنشطة، لكنه يُطلب من رواد الفضاء الأميركيين الوصول إلى حالة جسدية جيدة بجهدهم الخاص.

وشمل أيضاً البرنامج السوفييتي الأول التدريب في نوابذ (ج: نابذة؛ آلات تحاكي الجاذبية المتزايدة) وحجرات حارة وغرفة عزل تُعرف بـ «غرفة الرعب». وقد ضُمت جهاز آخر، هو كرسي متأرجح دوار، يُستعمل لاختبار رواد الفضاء حول مرض الحركة Motion Sickness.

مع ازدياد المعرفة بالفضاء، أصبح برنامج التدريب السوفييتي أقل صعوبة. فعلى سبيل المثال، تم إلغاء الحجرات الحارة وغرف العزل، كما حُفّضت عمليات القفز بالمظلة. وأصبح أيضاً التدريب للسيطرة على مرض الحركة أكثر سهولة. ويمضي اليوم رواد الفضاء الروس معظم وقتهم في دراسة الأنظمة المعقدة في المركبات الفضائية، والعمل في المحاكيات. ويصرفون ٨ إلى ١٠ سنوات في التحضير للطيران الفضائي.

عند إلحاق رواد الفضاء بطاقم، يقضون القسم الأكبر من وقتهم في التدريب داخل محاكيات آلية أو الكترونية. والمحاكي جهاز يخلق ظروف الرحلة الفضائية. يقضي أفراد الطاقم حتى ثماني ساعات في اليوم في الأجهزة المحاكية للتمرين على كل جزء من مهنتهم. ويُخضع المدربون أفراد الطاقم لمشاكل يجب أن يحلّوها ويصنّحوها، لتحضيرهم على مواجهة أي حالة طارئة ممكنة.

يقضي رواد الفضاء وقتاً أطول في الأجهزة المحاكية مما يقضون في الفضاء. وهم يعتبرون هذه الأجهزة تحضيراً قيمياً لما سوف يواجهونه، في ما بعد، خلال الرحلات الفعلية. فعلى سبيل المثال، استعمل رواد الفضاء في أيلول ١٣ مخزون الأكسجين والطاقة الموجود في مركبتهم القمرية للعودة بسلام وأمان إلى الأرض، بعد حدوث انفجار أصاب مركبتهم الرئيسية بالأضرار. وقد تمكن الطاقم من إنجاز هذه العملية بسهولة نسبية، نظراً إلى أنهم تدربوا عليها في المحاكيات.

ويتدرب أيضاً رواد الفضاء في نموذج بالحجم الطبيعي عن المركبة الفضائية. وتساعد هذه النماذج أفراد الطاقم على التمرن على العمل والحياة في حجرات المركبة المغلقة. يخزن رواد الفضاء المواد، ويحضرون الطعام، ويتحققون من المعدات والتجهيزات في النماذج. كما أنهم يتدربون على دخول المركبة الفضائية والخروج منها.

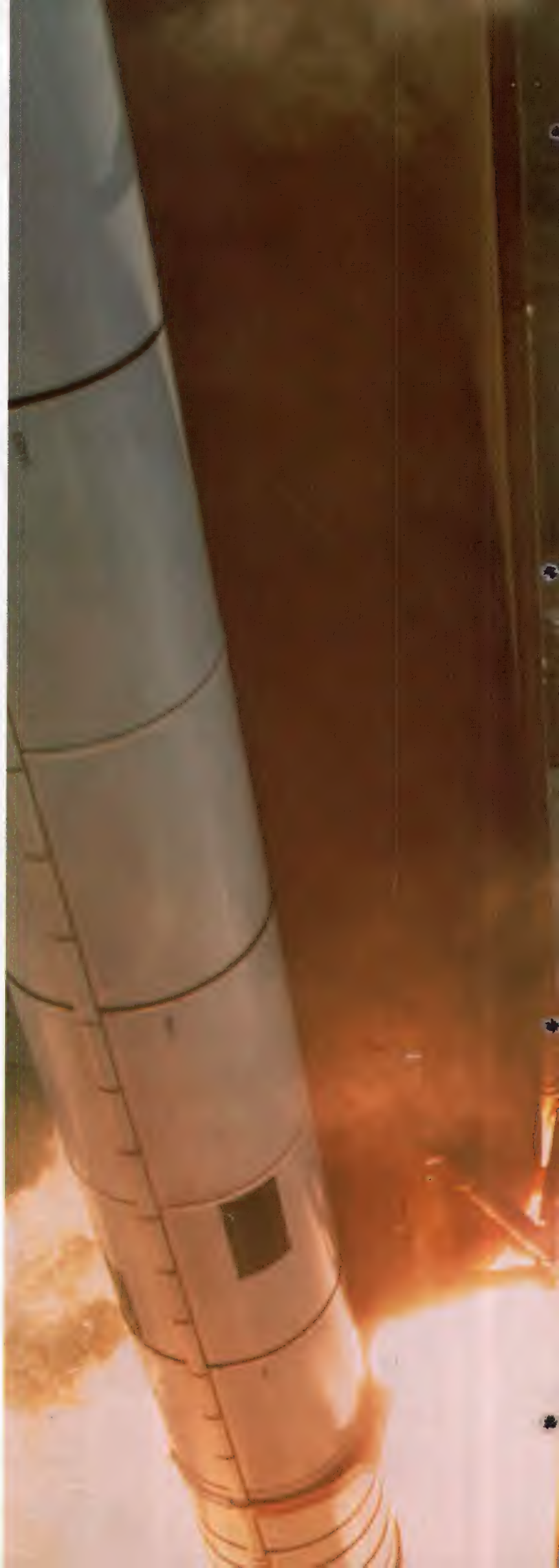
قد يقضي رواد الفضاء المبتدئون حتى ١٨ شهراً في التدريب للقيام بمهمة في الفضاء. وقد لا يحتاج رواد الفضاء الذين سبق لهم السفر في الفضاء إلى أكثر من ستة أشهر من التدريب قبل أن يصبحوا جاهزين للطيران من جديد.

التدريب الخاص: يحضر هذا التدريب رواد الفضاء للقيام بمهام لا نجدها في جميع الرحلات. فعلى سبيل المثال، تعلم رواد الفضاء الأميركيون الذين شاركوا في المشروع الاختباري الأميركي السوفييتي أبولو - سويوز في ١٩٧٥، اللغة الروسية؛ واشتركوا في عمليات محاكاة للطيران في كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي. ويتمرن رواد الفضاء الذين يعملون في «سبايس لاب» على تشغيل المعدات والأجهزة الخاصة اللازمة لأجراء تجارب علمية وهندسية. ويتدرب بعض رواد الفضاء الذين يسافرون في المكوكات الفضائية على استعمال المحركات النفاثة المحمولة في حقيبة ظهر للتدرب على الطيران، من وإلى المركبة الفضائية من دون حبل أمان.

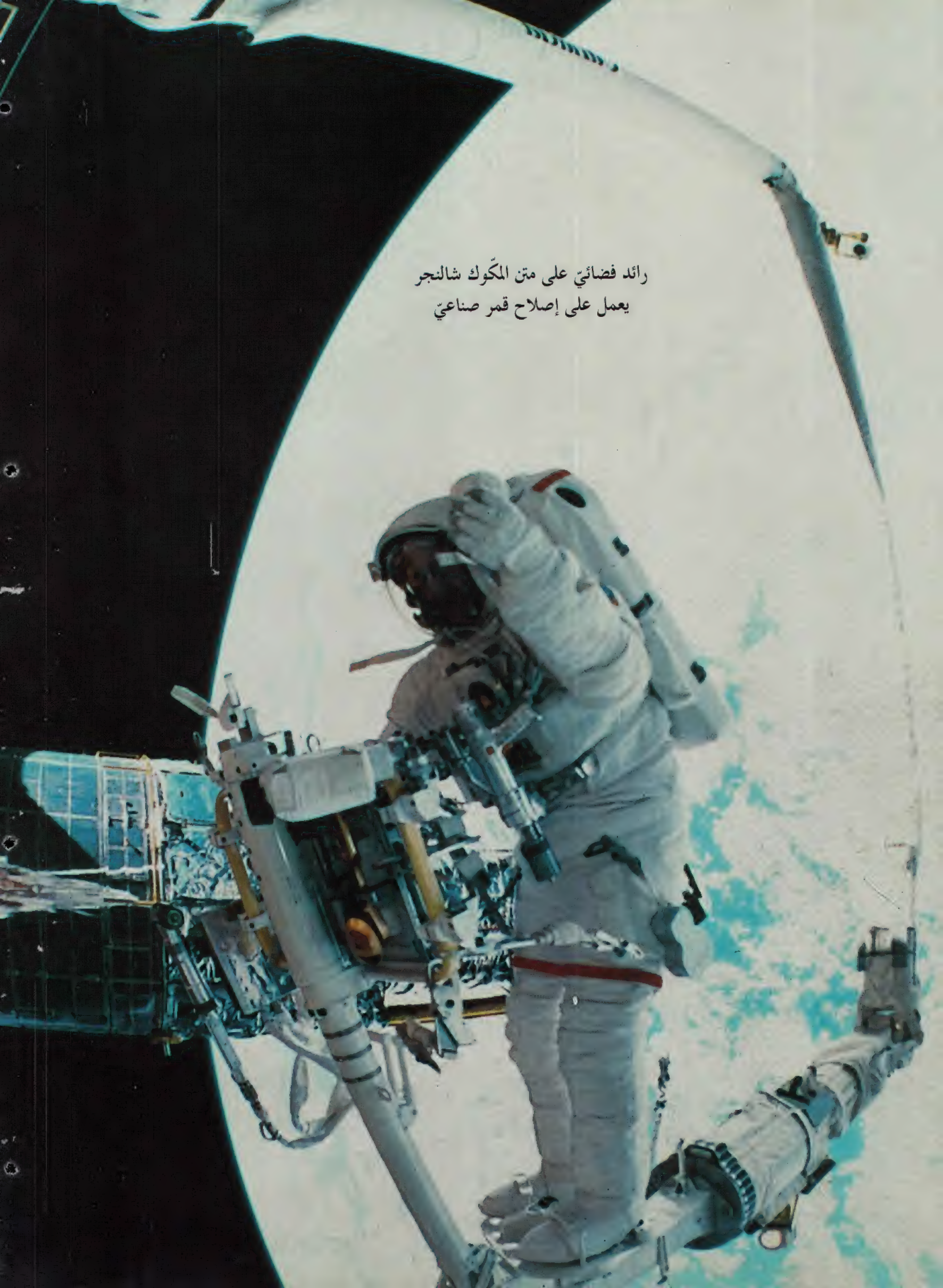
رواد الفضاء على الأرض

إن رواد الفضاء الذين يشتركون في مهمة فضائية يعملون على الأرض وفي الفضاء، على حد سواء. يتولى الذين يقعون على الأرض نقل المعلومات والتعليمات من مراقبي الرحلة والمهندسين والعلماء إلى الطاقم. وفي حال حدوث مشاكل، يحاول رواد الفضاء هؤلاء إيجاد الحلول المناسبة بمساعدة المهندسين وغيرهم من الخبراء.

ساهم رواد الفضاء في تغيير تصميم المركبات الفضائية وأنظمتها العاملة. فقد أصبر، مثلاً، رواد



رائد فضائي على متن المكوك شالانجر
يعمل على إصلاح قمر صناعي



استكشاف الفضاء

يشكّل استكشاف الفضاء ردة الإنسان على فضوله في ما يتعلق بالأرض والقمر والكواكب والشمس والنجوم الأخرى والمجرات. تغامر المركبات الفضائية المأهولة وغير المأهولة إلى ما وراء حدود الأرض لجمع المعلومات القيمة حول الكون. نزل البشر على سطح القمر، وعاشوا في المحطات الفضائية لفترات طويلة من الزمن. يساعدنا استكشاف الفضاء على رؤية الأرض في علاقتها الحقيقية مع باقي الكون. وقد يكشف استكشاف الفضاء كيف تكوّنت الشمس والكواكب والنجوم، وما إذا كانت الحياة موجودة خارج عالمنا.

بدأ عصر الفضاء في ٤ تشرين الأول ١٩٥٧. ففي ذلك اليوم، أطلق الاتحاد السوفياتي السابق سبوتنيك (الذي أطلق عليه في ما بعد اسم سبوتنيك ١)، وهو أول قمر صناعي يدور حول الأرض. وجرت أول رحلة فضائية في مركبة مأهولة في ١٢ نيسان ١٩٦١، عندما قام رائد الفضاء السوفياتي يوري أ. جاجارين بالدوران في مدار الأرض في المركبة

الفضائية فوستوك (التي أطلق عليها في ما بعد اسم فوستوك ١).

سمحت المركبات غير المأهولة التي تُعرف بالمسابير الفضائية بزيادة معرفتنا بالفضاء الخارجي والكواكب والنجوم. في العام ١٩٥٩، مرّ مسبار سوفياتي قرب القمر وبلغ مسبار آخر سطحه. في العام ١٩٦٢، قطع مسبار أميركي أمام الزهرة. في العامين ١٩٧٤ و١٩٧٦، أطلقت الولايات المتحدة مسبارين ألمانيين مرّا داخل مدار عطارد، قريباً من الشمس. ونزل مسباران أميركيتان آخران على سطح المريخ في العام ١٩٧٦. إضافة إلى دراسة جميع كواكب النظام الشمسي، باستثناء بلوتون (أفلوطين)، تتحقّق المسابير الفضائية من المذنبات والكويكبات.

بدأت أول رحلة مأهولة إلى القمر في ٢١ كانون الأول ١٩٦٨، عندما أطلقت الولايات المتحدة المركبة الفضائية أبولو ٨. وقد دارت هذه المركبة حول القمر ١٠ مرّات قبل أن تعود سالمة إلى الأرض. في ٢٠ تموز ١٩٦٩، أنزل رائدا الفضاء الأميركيين نيل أ. أرمسترونج وإدوين إ. ألدرين جونور مركبتهما القمرية أبولو ١١ على سطح القمر. وأصبح أرمسترونج أول إنسان يطأ سطح القمر. وقام رواد الفضاء الأميركيون

بخمسة عمليات هبوط أخرى على القمر قبل انتهاء برنامج أبولو القمري في العام ١٩٧٢. في السبعينات، طوّر رواد الفضاء الأميركيون والسوفيّات مهارات للعيش في الفضاء على متن المحطتين الفضائيتين سكايلاب وساليوت. في ١٩٨٧ و١٩٨٨، أمضى رائدا فضاء سوفيّاتيان مدّة قياسية من ٣٦٦ يوماً متتالياً في مدار الأرض.

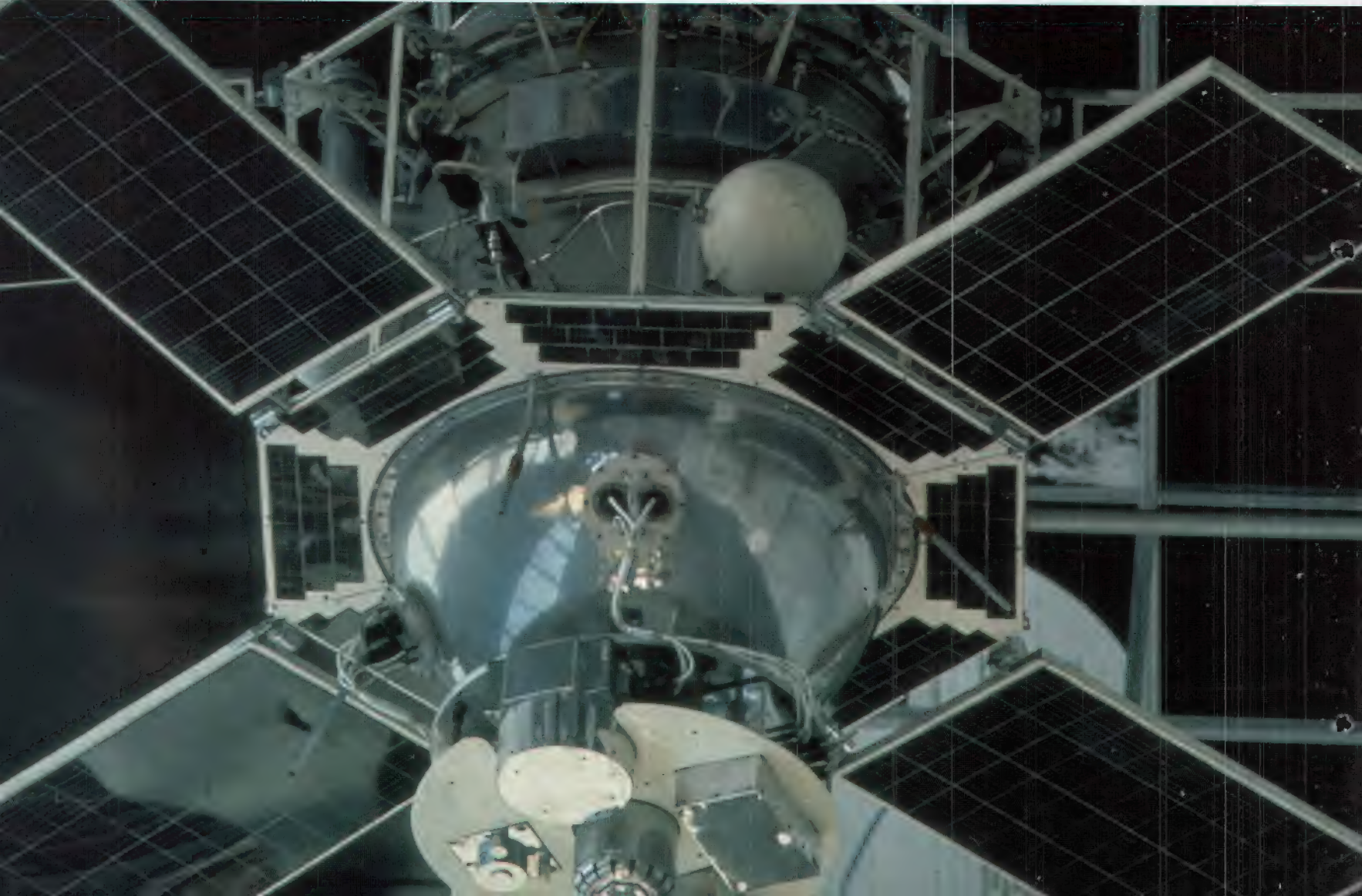
في ١٢ نيسان ١٩٨١، انطلق المكوك الفضائي الأميركي كولومبيا للمرة الأولى. وكان هذا المكوك أول مركبة فضائية قابلة لإعادة الإستعمال وأول مركبة فضائية قادرة على الهبوط فوق مدرج طائرات عادي. في ٢٨ كانون الثاني ١٩٨٦، حصل حادث مأساوي. فقد انفجر المكوك الفضائي الأميركي شالنجر في الجو، وقُتل جميع أفراد طاقمه المؤلف من سبعة رواد فضاء. أُعيد تصميم المكوك بعد هذه الواقعة واستؤنفت الرحلات في العام ١٩٨٨.

في السنوات الأولى من عصر الفضاء، أصبح النجاح في الفضاء مقياس ريادة بلد ما في مجال العلوم والهندسة والدفاع الوطني. وكانت الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي

يتواجهان في منافسة شديدة عُرفت بالحرب الباردة. وقد أدّى ذلك إلى تنافس البلدين على إنشاء وتطوير برامجهما الفضائية. طوال الستينات والسبعينات، دفع هذا «السباق الفضائي» كلا البلدين للقيام بجهود هائلة في مجال الاستكشاف الفضائي. ولكن، غالباً ما ركّزت المنافسة على الدعاية وحسن الاستعراض على حساب العلم. انتهى «السباق الفضائي» في نهاية السبعينات، عندما بدأت الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي يسعيان لتحقيق أهداف مستقلة في الفضاء. وتتميّز البرامج الفضائية اليوم بنظم أكثر ثباتاً وبالمزيد من التعاون الدولي.

يشكّل التوازن الصحيح بين الاستكشاف بمركبات مأهولة وغير مأهولة، موضوع جدل رئيسي في إنشاء البرامج الفضائية. يحتجّ بعض الخبراء إرسال المسابير غير المأهولة لأنها قد تكون أبخس وأسلم وأسرع من المركبات المأهولة. ويشير هؤلاء العلماء إلى أنّ المسابير تستطيع القيام برحلات قد تكون خطيرة على الإنسان. من جهة أخرى، لا تستطيع المسابير عموماً أن تستجيب لأحداث غير متوقعة. ويحتجّ اليوم معظم المختصين في مجال

المركبة الروسية أول مركبة فضائية





عندما أطلق المكوك الفضائي شالنجر في الرحلة رقم ٢٥ من رحلات الفضاء، حدثت كارثة، إذ انفجر المكوك بعد ٧٣ ثانية من إطلاقه. وأسفرت الكارثة عن مقتل الرواد السبعة جميعهم، وهم قائد الرحلة فرنسيس ر. سكوبي والرواد كريستينا ماك أوليف (مدرسة) من نيوهامشير، وخمسة رواد هم جريجوري ب. جرفيس، رونالد ماك نير، أليسون أونيزوكا، جوديث إ. رسنيك، ومخايل سميث. وفي الصورة مشهد للنيران المشتعلة.

الإستكشاف الفضائي استراتيجياً متوازنة تقرر بين المسابير غير المأهولة والرحلات بمركبات مأهولة. يمكن للمسابير أن تزور مناطق مجهولة من الفضاء، أو تجوب مناطق مألوقة حيث تقع المعطيات التي سوف تُجمع ضمن حدود متوقعة. ولكن، في بعض الحالات، يجب أن يتبع الناس المسابير ويجب استعمال الابداع والمرونة والشجاعة البشرية لاستكشاف أسرار الكون.

ما هو الفضاء؟

الفضاء هو شبه الفراغ الذي تتحرك فيه جميع الأجرام في الكون. وليست الكواكب والنجوم وحتى الحشود من مليارات النجوم التي تُعرف بالمجرات سوى نقاط صغيرة، مقارنة بامتداد الفضاء الفسيح. **بداية الفضاء:** يلفّ الهواء الأرض ويؤلف جوّها. ومع ازدياد البعد عن الأرض، يصبح الهواء أكثر رقة. لا توجد أي حدود واضحة بين الجوّ والفضاء الخارجي. لكنّ معظم الخبراء يقول إنّ الفضاء يبدأ بعد ٩٥ كيلومتراً تقريباً فوق الأرض.

وليس الفضاء الخارجي فارغاً تماماً في المنطقة التي تعلو الجوّ مباشرة. فهو يحتوي على بعض جسيمات الهواء، إضافة إلى

الغبار الفضائي وأحياناً إلى فلذ معدنية أو صخرية تُعرف بالجسيمات النيزكية. وتنتشر، بحرية، عدّة أنواع من الإشعاعات. وقد أطلقت، إلى هذه المنطقة من الفضاء، آلاف المركبات الفضائية المعروفة بالأقمار الصناعية.

ويتمدّ حقل الأرض المغنطيسي (الفضاء حول الأرض حيث يمكن مشاهدة مغنطيسيتها) إلى مسافة كبيرة بعد الغلاف الجويّ. يحتجز الحقل المغنطيسي جسيمات مشحونة كهربائياً من الفضاء الخارجي، مشكّلاً بذلك مناطق من الإشعاع تُعرف بأحزمة فان ألن.

ويطلق على المنطقة من الفضاء التي يتحكّم فيها حقل الأرض المغنطيسي بحركة الجسيمات المشحونة، اسم الغلاف المغنطيسي. ويتخذ هذا الغلاف شكل دمية تمتدّ رأسها بعيداً عن الشمس. بعد هذه المنطقة، يتغلّب غلاف الشمس المغنطيسي على غلاف الأرض المغنطيسي. لكن، حتّى هذه المسافات الشاسعة ليست بمنأى عن تأثير جاذبية الأرض. فعلى مسافة ١,٦ مليون كيلومتر من الأرض، تُبقي هذه الجاذبية الأقمار الصناعية في مدار الأرض بدلاً من أن تفلت وتطير في الفضاء.

الفضاء بين الكواكب: يُعرف الفضاء بين الكواكب بالفضاء البينكوكبي Interplanetary Space. وتسيطر جاذبية الشمس، على حركة الكواكب في هذه المنطقة. لهذا السبب، تدور الكواكب حول الشمس.

تفصل عادة مسافات هائلة بين الأجسام المتحركة في الفضاء بين الكواكب. فعلى سبيل المثال، إنّ الأرض تدور حول الشمس على مسافة ١٥٠ مليون كيلومتر تقريباً. وتسير الزهرة في مدار على بعد ١١٠ ملايين كيلومتر من الشمس. والزهرة هو الكوكب الأقرب إلى الأرض، إذ يبعد عنها ٤٠ مليون كيلومتر «فقط»، كلّما مرّ بينها وبين الشمس. لكنّ هذه المسافة هي بالرغم من كلّ شيء أكبر ١٠٠ ضعف من بُعد القمر عن الأرض.

الفضاء بين النجوم: يُطلق على الفضاء بين النجوم اسم الفضاء البيننجمي Interstellar Space. وتكون المسافات في هذه المنطقة شاسعة لدرجة أنّ الفلكيين لا يقيسونها بالكيلومترات ولا بالأميال. بل يقيس العلماء المسافة بين النجوم بوحدات تُسمّى السنوات الضوئية. فعلى سبيل المثال، إنّ أقرب نجم إلى الشمس هو «النجم القريب» من مجرة الظّلّمان، الذي يقع على

بعد ٤,٣ سنوات ضوئية. وتساوي السنة الضوئية ٩,٤٦ ترليون كيلومتر، وهي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة من الزمن (بسرعة ٢٩٩,٧٩٢ كيلومتراً بالثانية).

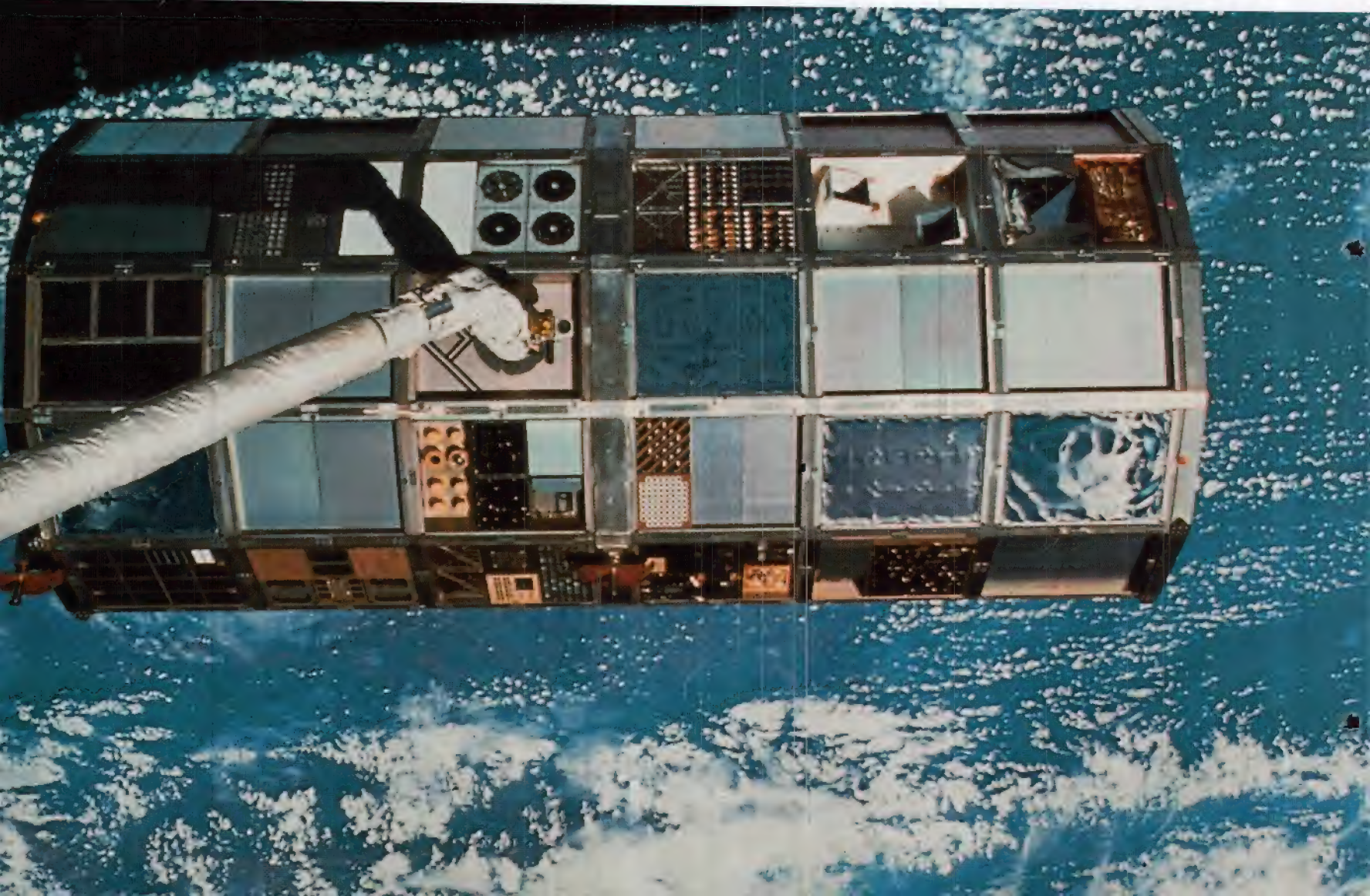
وتطفو بين النجوم غازات مختلفة وغيوم رقيقة من الغبار الشديد البرودة وبعض المذنبات المفلتة. ويحتوي أيضاً الفضاء البيننجمي على الكثير من الأجسام غير المكتشفة بعد.

الوصول إلى الفضاء والرجوع منه

ينطوي استكشاف الفضاء على تحديات تقنية كبيرة. يجب إطلاق المركبة الفضائية بسرعة واتجاه محدّدين. ويجب أن تكون أيضاً المركبة الفضائية التي تحمل طاقماً قادرة على الإبطاء والهبوط بسلام.

تحضير المركبة الفضائية: يبني الصانعون المركبات الفضائية في مصانع خاصة في شروط نظافة صارمة، إذ يمكن لأقل تلوث أن يتسبّب بعيوب قد تؤدّي في ما بعد إلى تعطل الأجهزة. وتُنقل المركبة، بعد ذلك، إلى موقع الإطلاق بواسطة الشاحنات أو القطار أو الطائرات أو السفن. وفي موقع الإطلاق، تجمع الطواقم المركبة الفضائية وتُخضعها للاختبار للتأكد من سلامة عملها. وعندما تصبح المركبة جاهزة للطيران، ينقلها العتال إلى منصّة الإطلاق لتزوّد بالوقود.

بواسطة ذراع روبرت الآلية، أمسك رواد الفضاء قمراً صناعياً. فتمّ إصلاحه وإعادة إطلاقه



التغلب على الجاذبية: يشكل التغلب على الجاذبية أكبر مشكلة تواجه الرحلة الفضائية. وتعطي الجاذبية كل شيء على الأرض ثقلاً، وتجعل الأجسام الساقطة بحرية تزيد سرعتها في اتجاهها إلى الأسفل. على سطح الأرض، يبلغ التسارع الناتج عن جاذبية الأرض حوالي ١٠ أمتار بالثانية كل ثانية.

يساعد صاروخ قوي يُعرف بمركبة الإقلاع، المركبة الفضائية على التغلب على جاذبية الأرض. وتشتمل جميع مركبات الإطلاق على قطعتين صاروختين أو أكثر تُعرف بالطبقات. يجب أن تؤمن الطبقة الأولى ما يكفي من الدفع (القوة الدافعة) لمغادرة سطح الأرض. ولتحقيق ذلك، يجب أن يكون دفع المعزز أكبر من وزنه. تسرع القوة الزائدة (أي الدفع ناقص وزن المركبة) المركبة الفضائية وترفعها في الجو. ويولد المعزز الدفع بحرق الوقود ثم طرد الغازات. تعمل محركات الصاروخ بمزيج خاص يُدعى الوقود الداسر. ويتألف الوقود الداسر من وقود صلب أو سائل ومؤكسيد، وهي مادة تؤمن الأكسجين اللازم لجعل الوقود يحترق في الفضاء الخارجي العديم الهواء. وكثيراً ما يُستعمل الأكسجين السائل كمادة مؤكسدة.

ويُطلق اسم السرعة المدارية على أدنى سرعة لازمة للتغلب على جاذبية الأرض والبقاء في الفضاء. بمعدل تسارع ثلاثة أضعاف التسارع الناتج عن الجاذبية، تصل المركبة إلى السرعة المدارية بحوالي ٩ دقائق. وعلى ارتفاع ١٩٠ كيلومتراً، تكون السرعة اللازمة للمركبة الفضائية، لكي تحافظ على السرعة المدارية وتبقى بالتالي في المدار، حوالي ٨ كيلومترات بالثانية.

في الكثير من إطلاقات الصواريخ، تنقل شاحنة أو جزار الصاروخ وحمله الآجر (حمولته) إلى منصة الإطلاق. وعند منصة الإطلاق، يُنقل الصاروخ إلى موقعه فوق حفرة اللهب، ويحمل العمال الوقود الداسر في الصاروخ بواسطة أنابيب خاصة.

عند وقت الإطلاق، تشتعل محركات الطبقة الأولى من الصاروخ حتى يفوق دفعها المشترك وزن الصاروخ. ويتسبب الدفع بارتفاع المركبة من منصة الإطلاق. وإذا كان الصاروخ من الطراز الكثير الطبقات، تسقط الطبقة الأولى بعد ذلك ببضع دقائق، بعد استنفاد وقودها الداسر. عندئذ تبدأ محركات الطبقة الثانية بالإشتعال، وبعد بضع دقائق، تنفد هي أيضاً من الوقود الداسر وتسقط الطبقة الثانية بدورها. وإذا لزم الأمر،

يُطلق صاروخ صغير في الطبقة العليا حتى يتم بلوغ السرعة المدارية.

يختلف إطلاق المكوك الفضائي إلى حد ما. ويحمل المكوك معززات تعمل بالوقود الداسر الصلب إضافة إلى محركاته الصاروخية الرئيسية، التي تحرق وقوداً داسراً سائلاً. وتوفر المعززات، بالإشتراك مع المحركات الرئيسية، الدفع اللازم لإطلاق المركبة من منصة الإطلاق. بعد أقل بقليل من دقيقتين على إطلاق المكوك، تنفصل المعززات عن المكوك وتعود إلى الأرض بواسطة المظلة. تستمر المحركات الرئيسية بالإشتعال حتى يصل المكوك تقريباً إلى السرعة المدارية. وتدفع محركات صغيرة المكوك باقي المسافة للوصول إلى السرعة المدارية.

للوصول إلى ارتفاع أكبر، يجب أن ينطلق صاروخ آخر في المركبة ليزيد من سرعتها. وعندما تبلغ المركبة الفضائية سرعة أكبر بنسبة ٤٠٪ من السرعة المدارية، تتحقق سرعة الإفلات، وهي السرعة اللازمة للتححرر من جاذبية الأرض.

العودة إلى الأرض: تواجه العودة إلى الأرض مشكلة خفض السرعة المرتفعة

للمركبة الفضائية. ولتحقيق ذلك، تستعمل المركبة الفضائية الدائرة في مدار الأرض صواريخ صغيرة تعيد توجيه خط الطيران في وجهة جديدة تقود المركبة لدخول طبقات الجو العليا. وتُعرف هذه العملية بالإنزال من المدار. وتوجه أيضاً المركبة الفضائية العائدة إلى الأرض من القمر، أو من أي كوكب آخر، خط طيرانها بحيث تنزل إلى طبقات الجو العليا. ثم توفر مقاومة الهواء باقي التباطؤ (تخفيف السرعة) اللازم.

في السرعات الهائلة التي تدخل بها المركبة الفضائية في الجو قادمة من الفضاء، لا يستطيع الهواء الابتعاد عن طريق المركبة المندفعة بالسرعة اللازمة. فتتكدس جزيئات الهواء أمام المركبة الفضائية وتصبح مضغوطة بشدة. ويؤدي هذا الانضغاط إلى تسخين الهواء إلى درجة حرارة تتجاوز ٥٥٠٠° مئوية، أي أكثر حرارة من سطح الشمس. إن هذه الحرارة التي تغلف المركبة الفضائية قادرة على حرق أي مركبة غير محمية في ظرف ثوان. وتسمح الصفائح العازلة المكونة من ألياف الكوارتز والمصققة على الهيكل الخارجي لبعض المركبات الفضائية بخلق درع حراري (أو جوال

المكوك الفضائي وذراع روبرت



حراري) يحمي المركبة من الحرارة الرهيبة. ويمكن أيضاً استعمال التبريد. وقد حملت المركبات الفضائية الأولى دروعاً متزنية تمتص الحرارة بالإشتعال، طبقة تلو طبقة، والتبحر.

ويعتقد الكثير من الناس أن غلاف المركبة الفضائية يسخن نتيجة احتكاكه بالهواء، لكن هذا الاعتقاد غير صحيح عملياً. فالهواء رقيق جداً، وسرعته فوق سطح المركبة أقل من أن تتسبب بقدر كاف من الاحتكاك.

بالنسبة للمسابير غير المأهولة، يمكن أن تكون قوى التباطؤ كبيرة جداً وتبلغ ٦٠ إلى ٩٠ ضعف قيمة التسارع الناتج عن الجاذبية، وتتراوح مدة التباطؤ بين ١٠ و ٢٠ ثانية تقريباً. أما المكوك الفضائي فيستعمل أجنحته للانزلاق فوق الغلاف الجوي والدخول فيه تدريجياً بحيث تتجاوز مدة التباطؤ ١٥ دقيقة.

بعدما تفقد المركبة الفضائية الكثير من سرعتها، تسقط ذاتياً في الهواء. وتقوم المظلات بإبطاء المركبة بشكل أكبر، ويمكن أيضاً إشعال صاروخ صغير في الثواني الأخيرة من الهبوط لتخفيف صدمة النزول على الأرض. ويستعمل بعض المركبات

يتحملوا أيضاً التأثيرات الجسدية للسفر الفضائي ويحموا أنفسهم من قوى التسارع الكبيرة أثناء الإطلاق والهبوط.

ويجب أيضاً تلبية الحاجات الأساسية لرواد الفضاء في الفضاء الخارجي. وتشمل هذه الحاجات التنفس والأكل والشرب وطرح فضلات الجسم والنوم.

الحماية من أخطار الفضاء

توصل المهندسون بالتعاون مع الخبراء في الطب الفضائي إلى إزالة الأخطار المعروفة الناتجة عن العيش في الفضاء أو تخفيفها إلى حد بعيد. تتمتع المركبات الفضائية عادة ببدن مزدوج يحميها من الصدمات. فالجسم الذي يضرب البدن الخارجي يتحطم، ولا يلحق بالتالي أي ضرر بالبدن الداخلي.

تجري حماية رواد الفضاء من الإشعاع بعدد من الطرق المختلفة. تبقى الرحلات إلى مدار الأرض في مناطق محمية طبيعياً، مثل حقل الأرض المغنطيسي. وتحمي المرشحات الموضوعة على نوافذ المركبة الفضائية رواد الفضاء من الأشعة فوق البنفسجية المبهرة.

ويجب حماية الطاقم أيضاً من الحرارة الشديدة والآثار الفيزيائية الأخرى للإطلاق

العيش في الفضاء
عندما يدور الناس حول الأرض أو يسافرون إلى القمر، يجب أن يعيشوا مؤقتاً في الفضاء. وتختلف الظروف في الفضاء، إلى حد بعيد، عن الظروف السائدة على الأرض. لا يحتوي الفضاء على أي هواء وتصل درجات الحرارة فيه إلى درجات قصوى من الحر والبرد. وتطلق الشمس أيضاً إشعاعات خطيرة. كما أن أنواعاً مختلفة من المواد تشكل مصدر خطر في الفضاء. فعلى سبيل المثال، تهدد جسيمات الغبار، المعروفة بالجسيمات النيزكية المجهرية، المركبات الفضائية باصطدامات مدمرة بسرعات عالية. يمكن أن تتضرر المركبة أيضاً من بقايا (أو نفايات) رحلات فضائية سابقة.

على الأرض، يعمل الجو كدرع طبيعية ضد الكثير من هذه الأخطار. ولكن في الفضاء، يحتاج رواد الفضاء والتجهيزات إلى أشكال أخرى من الوقاية. ويجب أن

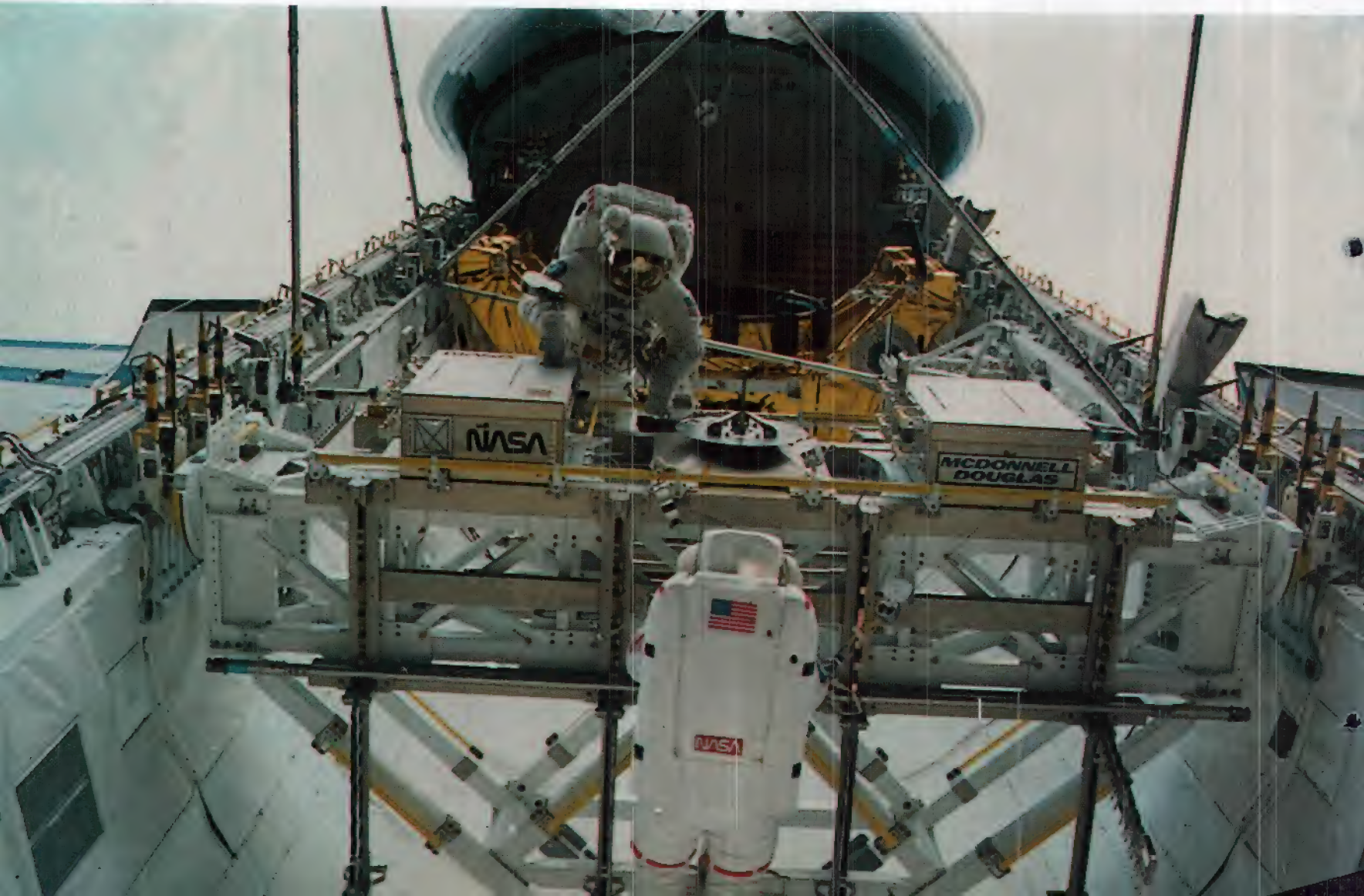
والهبوط. وتحتاج المركبات الفضائية إلى درع حرارية لمقاومة درجات الحرارة المرتفعة، وبنية قوية لتحمل قوى التسارع الساحقة. إضافة إلى ذلك، يجب أن يجلس رواد الفضاء بطريقة تحول دون جذب كتلة الدم في الجسم من الرأس باتجاه الجزء السفلي من الجسم، الذي يسبب الدوار أو فقدان الوعي.

على متن المركبة الفضائية، ترتفع درجات الحرارة بسبب الحرارة التي تطلقها الأجهزة الكهربائية وأجسام أفراد الطاقم. وتنظم مجموعة من الأجهزة تُعرف بنظام التحكم الحراري درجة الحرارة في المركبة. ويضخ هذا النظام السوائل المسخنة بفعل محيط القمرة في مشعات إطارية، تطلق الحرارة الزائدة في الفضاء. ويُعاد ضخ السوائل المبردة في ملاق (أو مشاع) داخل القمرة.

الجاذبية الصغرى

عندما تصبح المركبة الفضائية في مدار الأرض، تختبر مع كل ما يوجد بداخلها حالة تُعرف بالجاذبية الصغرى. فالمركبة وجميع محتوياتها تسقط ذاتياً (بالسقوط الذاتي أو الطليق)، ما يؤدي إلى الطفو في حالة انعدام وزن ظاهرية على متن المركبة الفضائية. لهذا السبب، تُعرف الجاذبية

مشهد للآلات المعقدة داخل المكوك الفضائي



الصغيرة بالجاذبية صفر. إلا أن كلا التعبيرين غير دقيقين. إن الجاذبية في المدار أقل بشيء لا يُذكر من الجاذبية على الأرض. وتسقط المركبة الفضائية ومحتوياتها بشكل متواصل باتجاه الأرض. ولكن، نظراً للسرعة الهائلة التي تتقدم بها المركبة، ينعطف سطح الأرض مبتعداً مع سقوط المركبة باتجاهه. ويبدو أن السقوط المستديم يلغي وزن كل شيء داخل المركبة الفضائية. ولهذا السبب، يُطلق أحياناً على هذه الحالة اسم انعدام الوزن.

للجاذبية الصغيرة تأثيرات كبيرة على الطاقم وعلى التجهيزات. فعلى سبيل المثال، إن الوقود لا يخرج من المستوعبات في حالة انعدام الوزن، لذا فمن الضروري طرده إلى الخارج بواسطة غاز موضوع تحت ضغط مرتفع. لا يرتفع الهواء الساخن في حالة انعدام الوزن، لذا فإن جريان الهواء يجب أن يُحَثَّ بواسطة مراوح. وتطفو جسيمات الغبار وقطرات الماء في أنحاء القمرة، ولا تستقر إلا في مرشحات على المراوح.

يستجيب جسم الإنسان للجاذبية الصغيرة بطرق كثيرة. في الأيام الأولى من الرحلة الفضائية، يعاني حوالى نصف

المسافرين في الفضاء من غثيان مستمر يترافق أحياناً بالتقيؤ. ويعتقد معظم الخبراء أن «داء الفضاء»، الذي يُطلق عليه اسم «متلازمة التلاؤم على الفضاء»، هو رد فعل طبيعي لجسم الإنسان على حالة انعدام الوزن. ويمكن أن تخفف الأدوية التي تُعطى عادة لمنع داء الحركة، أعراض «متلازمة التلاؤم على الفضاء»، وتزول الحالة عادة بعد بضعة أيام.

وتتسبب أيضاً الجاذبية الصغيرة بتشويش الجهاز الدهليزي عند رائد الفضاء - أي أعضاء التوازن في الأذن الداخلية - إذ أنها تحول دون إحساسه بالاختلافات في الاتجاه. بعد بضعة أيام في الفضاء، يتجاهل الجهاز الدهليزي جميع الإشارات التوجيهية. وبعد عودة رائد الفضاء بفترة وجيزة إلى الأرض، تستأنف أعضاء التوازن عملها الطبيعي.

على مدى أيام أو أسابيع، يتعرض جسم رائد الفضاء لخفض التكيف. في هذه العملية، تضعف العضلات بسبب عدم استعمالها ويصاب القلب والأوعية الدموية بـ«الكسل». وتساعد التمارين البدنية القاسية على الحؤول دون خفض التكيف. يستعمل

رواد الفضاء دراجات التمرين وطواحين الدؤس ويقومون بأنواع أخرى من الأنشطة الجسدية.

بعد قضاء عدة أشهر في الفضاء، تتسبب عملية تُعرف بإزالة التمعدن بإضعاف العظام. ويعتقد معظم الأطباء أن زوال التمعدن ناتج عن انعدام الضغط على العظام في البيئة العادية للوزن. وقد أظهرت تجارب رواد الفضاء السوقيات الذين أمضوا فترات طويلة من الزمن في مدار الأرض أن التمرين الجسدي القوي واعتماد نظام غذائي خاص يمكن أن يخفّض زوال التمعدن إلى أقصى حدّ ممكن.

تلبية الحاجات الأساسية في الفضاء

تحتوي المركبات الفضائية المأهولة على أنظمة داعمة للحياة مصممة لتلبية جميع الاحتياجات الجسدية لأفراد الطاقم. إضافة إلى ذلك، يستطيع رواد الفضاء حمل أنظمة داعمة للحياة منقولة في حقائب ظهر عندما يعملون خارج المركبة الرئيسية.

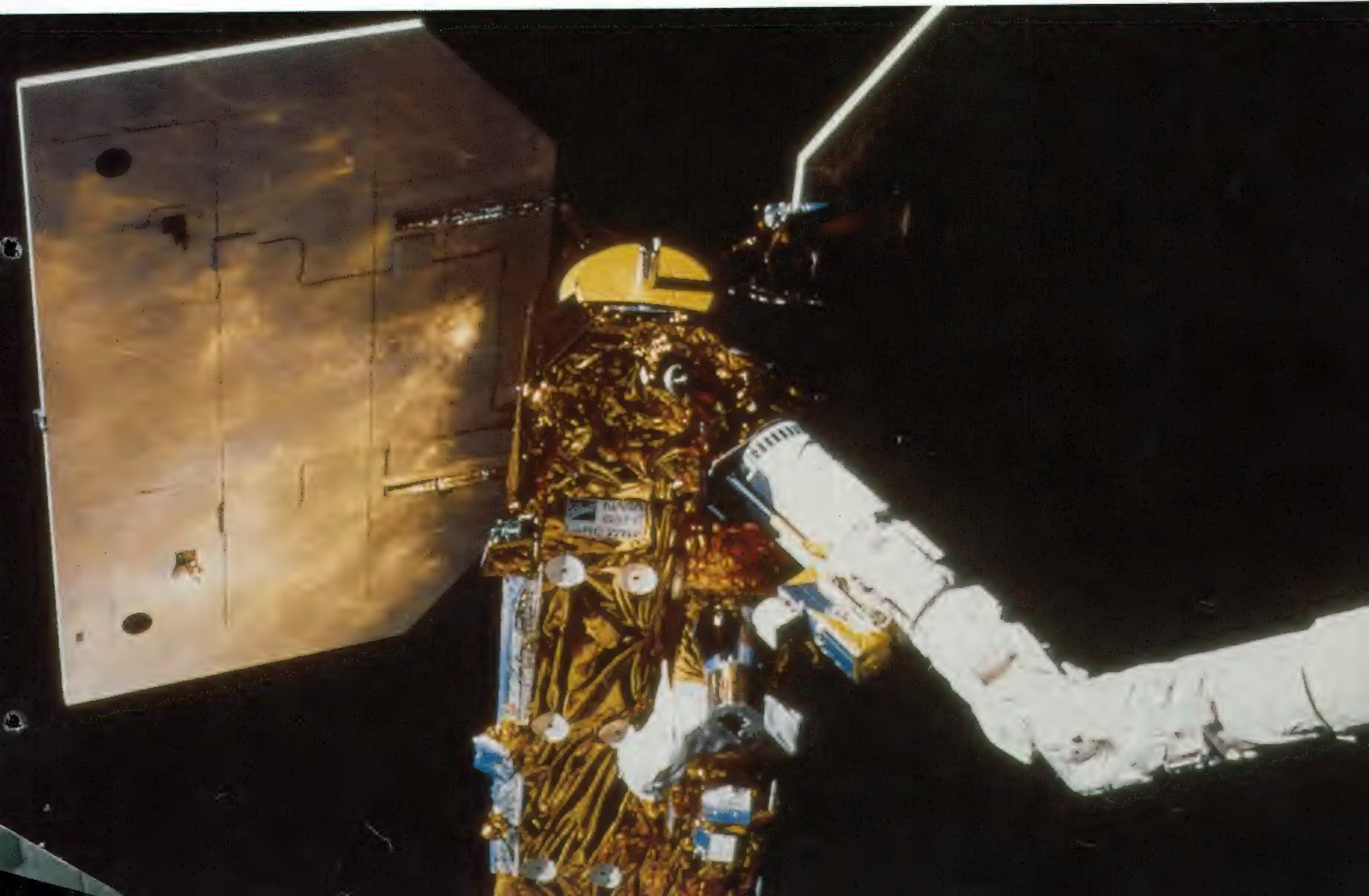
التنفس: يجب أن تحتوي المركبة الفضائية المأهولة على مصدر للأكسجين لكي يتمكن الطاقم من التنفس، وعلى وسيلة للتخلص من ثاني أكسيد الكربون الذي يفره الطاقم.

وتستعمل المركبات الفضائية المأهولة مزيجاً من الأكسجين والنيتروجين (الأزوت)، شبيهاً بجو الأرض عند مستوى سطح البحر. وتحرك المراوح الهواء عبر القمرة وفوق مستوعبات مملوءة بكرات صغيرة من مادة كيميائية تُدعى هيدروكسيد الليثيوم. وتمتص هذه الكرات ثاني أكسيد الكربون من الهواء. ويمكن أن يتحد أيضاً ثاني أكسيد الكربون بمواد كيميائية أخرى للتخلص منه. وتساعد المرشحات الفحمية على إزالة الروائح.

الأكل والشرب: يجب أن يكون الأكل على متن المركبة الفضائية مغذياً وسهل التحضير والحزن. في الرحلات الأولى، أكل رواد الفضاء أطعمة مجففة بحالة متجمدة. وكان رواد الفضاء يمزجون هذا الطعام بالماء ليتمكنوا من أكله، ويضيفون الماء بواسطة شاروقة. وكان الطعام يُخزّن في أنابيب بلاستيكية.

مع مرور السنين، أصبح الطعام المقدم لرواد الفضاء أكثر إثارة للشهية. ويستمتع رواد الفضاء اليوم بوجبات جاهزة للأكل شبيهة جداً بما نجده على الأرض. ويحتوي الكثير من المركبات الفضائية على تجهيزات لتسخين الطعام المجمّد والمبرّد.

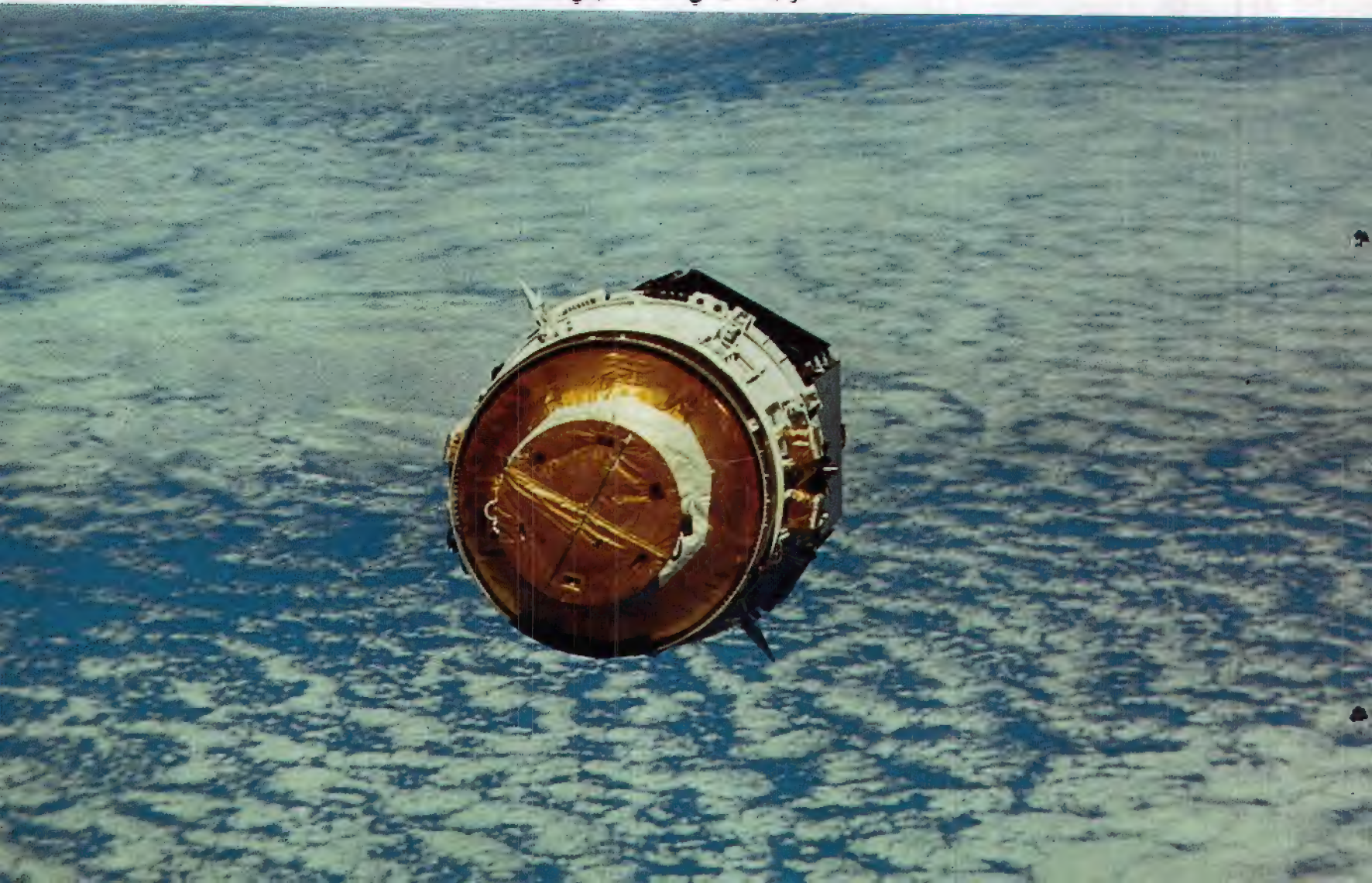
مشهد لمكوك فضائي وذراع روبرت





التقنية في الفضاء

مركبة فضائية في الفضاء الخارجي



الأرجح قواعد دائمة على المريخ وعلى فوبوس.

يشبه مناخ الأرض مناخ المريخ أكثر من أي كوكب آخر. فإذا كان للمريخ المزيد من الهواء وكان أقل برودة لأصبح شبيهاً جداً بالأرض. وقد يتمكن المهندسون في القرون المقبلة من رفع درجات الحرارة على سطح المريخ، باستعمال مرايا شمسية هائلة. وقد يتمكنون أيضاً من جلب مواد من حزام الكويكبات لتكثيف الهواء. وهكذا، قد يتغير مناخ المريخ بحيث يتمكن الإنسان من العيش على الكوكب من دون أي أجهزة داعمة للحياة. وتُعرف هذه العملية بـ«تشكيل الأرض».

ويتخيل بعض أصحاب الرؤى زمناً حيث يعيش ويعمل عدد كبير من البشر في الفضاء. كما يتصورون أشخاصاً يولدون ويعيشون ويموتون دون أن تطأ أرجلهم الأرض. ويعتقد هؤلاء أن المستعمرات الفضائية في المدار أو على الكواكب المعدلة قد تؤمن السكن لملايين الناس. وفي وقت ما من المستقبل البعيد، قد يصبح عدد البشر الذين يعيشون في الفضاء أكبر من عدد الذين يعيشون على سطح الأرض.

والأشرطة وألعاب الكمبيوتر. كما يقوم رواد الفضاء بالكثير من التمارين البدنية القاسية.

برنامج رواد الفضاء للهبوط واستكشاف سطح المريخ

قد يكون للرحلات الفضائية إلى المريخ الكثير من الأهداف العلمية. فعلى سبيل المثال، إن دراسة مناخ المريخ قد تساعد العلماء على التنبؤ بالتغيرات المناخية على الأرض. ويستطيع رواد الفضاء في ما بعد حفر تربة المريخ والقلنسوتين القطبيتين لأخذ عينات عميقة تساعد العلماء في بحثهم. ولا بد أن تروّدا جيولوجيا المريخ بالمعلومات حول تاريخ النظام الشمسي. ولا شك في أن الرحلات إلى المريخ سوف تبحث أيضاً عن الحياة، أو عن آثار مستحفرة لأشكال حياة منقرضة.

وسوف يتم الإقلاع عن سطح المريخ بطريقة مشابهة جداً لانطلاق المركبة الفضائية من سطح القمر. ولا بد أن تلتحم المركبة التي تهبط على المريخ بالمركبة الرئيسية في الفضاء للعودة إلى الأرض. وبعد الرحلات الأولى إلى المريخ، سوف تُنشأ على

بمناشف مبلولة. وكان رواد الفضاء في المحطات الفضائية الأولى يستعملون مجخيرة دثّ بلاستيكية قابلة للطّي ومغلقة من جميع الجهات. وقد سمح ذلك لرواد الفضاء برش جسمهم بالماء، ثم يُخَوّن (يفرغون) المجخيرة ويجفّفون أنفسهم بالمنشفة. وتحتوي المحطات الفضائية الحديثة على مجخيرات دائمة.

النوم: يمكن أن ينام رواد الفضاء في أكياس نوم خاصة مزوّدة بأربطة أو أحزمة تقيهم على السطح الطرقي وعلى الخدّة. لكن معظم رواد الفضاء يفضلون النوم طافين في الهواء، مع استعمال بعض الأربطة للحؤول دون ارتدادهم في أنحاء القمرة. ويمكنهم أن يستعملوا عصابة للعينين لحجب ضوء الشمس الذي يتدفق دورياً من النوافذ أثناء الدوران حول الأرض. وتكون عادة مدّة النوم في الفضاء مساوية تقريباً لمدّة النوم على الأرض.

الترفيه: الترفيه مهم جداً بالنسبة لصحة رواد الفضاء الذهنية في الرحلات الفضائية الطويلة. ويحبّ رواد الفضاء صرف الوقت في النظر إلى المشاهد من نافذة المركبة الفضائية. وتحتوي المحطات الفضائية على مجموعات صغيرة من الكتب

وتشكّل مياه الشفة متطلباً هاماً للرحلة الفضائية. على متن المكوك الفضائي، نجد أجهزة تُعرف بخلايا الوقود تنتج ماء نقيّاً مع توليدها الكهرباء اللازمة للمركبة الفضائية. في الرحلات الطويلة، يجب تدوير الماء وإعادة استعماله أكبر عدد ممكن من المرات. وتزيل مجفّفات الهواء الرطوبة من الهواء الذي يجري زفره، ويُعاد استعمال هذا الماء عادة للاغتسال.

التخلّص من فضلات الجسم: يشكّل جمع فضلات الجسم والتخلّص منها في حالة انعدام الوزن، تحدياً كبيراً في الرحلات الفضائية. ويستعمل رواد الفضاء لهذا الغرض جهازاً شبيهاً بكرسي المراوض. يخلق مجرى هوائي حركة امتصاص تنقل الفضلات إلى مستوعب للجمع تحت الكرسي. وفي المركبات الفضائية الصغيرة، يستعمل أفراد الطاقم أقماعاً للبول وأكياساً بلاستيكية للغائط (الفضلات الصلبة). وعندما يعمل رواد الفضاء خارج المركبة، يحملون في برّاتهم تجهيزات خاصة لاستيعاب فضلات الجسم.

الاستحمام: إن أبسط طريقة للاستحمام على متن المركبة الفضائية هي مسح الجسم

رائدة الفضاء كاترين ثورنتون تعمل بالمعدّات في المكوك الفضائي



العصور الجيولوجية وجيومورفولوجية الأرض

ينقسم تاريخ الأرض المعروف إلى ثلاث فترات طويلة جداً من الزمن تُعرف بالآباد أو الدهور، وهي من أقدمها إلى أحدثها: السحيق Archean والفجري Proterozoic والحياة الظاهرة Phanerozoic. ويُجمع الدهران الأولان، اللذان داما معاً نحو ٤ مليارات سنة، في وحدة تُعرف بالقبكمبري. أما دهر الحياة الظاهرة، الذي أصبحت الحياة فيه وافرة، فيقسم إلى ثلاثة دهور، هي من أقدمها إلى أحدثها: القديم والوسيط والحديث. وتُقسم هذه الدهور إلى عصور، وتُقسم العصور بدورها إلى أحيان. وتُسمى هذه الأقسام والتقسيمات استناداً إلى المراحل المختلفة في تطوّر الحياة، كما تبيّنها الأحافير. ولهذا السبب، فإنّ الدهور والعصور والأحيان غير متساوية في الطول.

الدهر

في الجيولوجيا، الدهر هو أطول التقسيمات الزمنية الرئيسية، ويُقسم بدوره إلى عصور وأحيان. وقد بدأ الدهر الحالي، أو الدهر الحديث، وهو أقصر الدهور على الإطلاق، منذ حوالي ٦٥ مليون سنة.

العصر

في الجيولوجيا، العصر هو الوحدة الأساسية لجدول الأزمنة الجيولوجية؛ وخلال هذه الفترات الزمنية، تكونت أنظمة صخرية محدّدة.

الحين

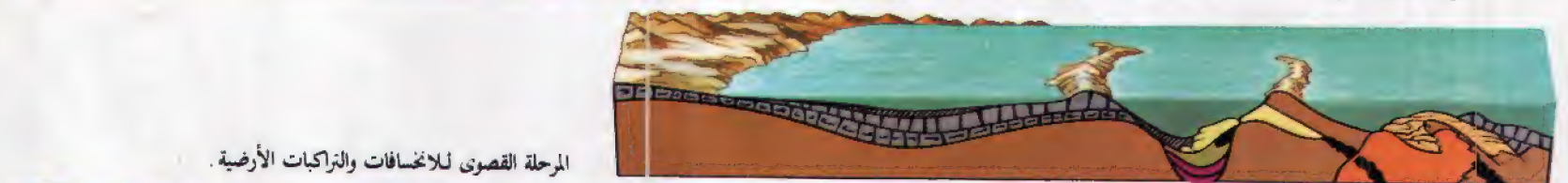
وحدة من الزمن الجيولوجي تترسّب خلالها مجموعة من الصخور، وهي تُسمّى من العصر الجيولوجي.

كيفية تكوين الوحدات الجغرافية الكبرى

قاعدة قديمة التكوين تتأثر بالانحسافات	صخور بركانية مهتصة في الانحسافات العميقة
ترسبات كلسية وطينية مائية	براكين
ترسبات بحرية سمكية، عيشة تتناوب بسرعة طبقات رملية وأخرى مسكينة	صخور جرانيتية دفينية
قصور رسوبية ترسبت في الانحسافات العميقة	صحراء وبهيمية الصخور الميتامورفية المحوكة إلى جرانيت
	ترسبات قارية (مُهتصة وقَفْضة) ناتجة عن تأكل السدحاطة للطينية
	ترسبات حديثة في المناطق المتجمدة الانحسافات



مرحلة الترسبات في الانحسافات البحرية العميقة.



المرحلة القصوى للانحسافات والترسبات الأرضية.



مرحلة طفو المنطقة الداخلية.



المرحلة النهائية ترافقها فترة تكسرات والتواءات.

القبكمبري (Precambrian)

القبكمبري فترة من الزمن شهدت بداية التاريخ الجيولوجي وبداية تكوين الصخور. بدأ القبكمبري حوالي أربعة مليارات سنة قبل الزمن الحالي، وانتهى منذ حوالي ٥٧٠ مليون سنة. ويعود تكون أقدم الصخور المعروفة على الأرض إلى ٤,٠٣ مليارات سنة خلت. وقد وُجدت الصخور القبكمبرية في كندا واسكتلندا وأفريقيا والبرازيل وغرب أستراليا وشرق قارة القطب الجنوبي.

ومع أن عمر الأرض قد تحدد بـ ٤,٦ مليارات سنة، فإنه لم يُعثر بعد في السجل الصخري على أي دليل على الـ ٦٠٠ مليون سنة الأولى من تاريخ الأرض. ويبقى السجل الجيولوجي القبكمبري، الموجود في الصخور المتبقية، سجلاً متفرقاً متناثراً. ويستعمل علماء الأرض السجل الصخري المتبقي لوضع الفرضيات والنظريات حول أصل الكون.

خلال القبكمبري، بدأت القارات بالتشكل والامتداد بفعل آلية شبيهة بما يُعرف اليوم بتكتونية الصفائح. وخلال هذه الفترة أيضاً، بدأت المحيطات والجو بالتكون من الغازات المنفلتة من داخل الأرض نصف السائل، والشديد الحرارة. وقد تكون الحياة بدأت على شكل جراثيم بدائية منذ ما يرقى إلى أربعة مليارات سنة، في الينابيع الحارة على قاع البحر.

ويُقسم القبكمبري إلى أبدين أو دهرين: السحيق، وبدأ منذ حوالي أربعة مليارات سنة؛ والفجري، وبدأ منذ حوالي مليار ونصف مليار سنة واستمر حتى بداية العصر الكمبري منذ حوالي ٥٧٠ مليون سنة.

المنطقة السحيقة (The Archean Region)

لُحفظت صخور الدهر السحيق، وهي أقدم الصخور المعروفة على الأرض، على شكل كتل من القشرة القارية القديمة منطمة في قشرة أحدث تكويناً تشكلت في الدهر السحيق المتأخر. وأقدم الصخور المعروفة هي نايس أكاستا (جرانيت مشوه) في منطقة يلوناي في شمال غرب كندا، وقد تمّ تحديد تاريخ تكوينها بـ ٤,٠٣ مليارات سنة خلت، بطريقة النظائر التي تستعمل نظائر من الأورانيوم والرصاص. وتقسم هذه التقنيات الكميات النسبية من النظير المشع ومتنوع تضاهله لتحديد زمن تشكل الصخر. والنايس صخر متحول، أي إنه قد تعرض للتشويه والتبلير من جديد بفعل الحرارة والضغط. ونجد صخوراً قبكمبرية أخرى، أحدث تكويناً من نايس أكاستا، في جميع القارات على شكل قطع منعزلة من القشرة القارية القديمة.

الصخور والتراكيمات المعدنية

تشمل الصخور الرئيسية المكونة في الدهر السحيق الحجر الأخضر والجرانيت والكوماتيت

والكثير من الصخور الرسوبية (المتشكلة من ترسبات الصخور المتآكلة والبقايا العضوية). إن الحجر الأخضر (يكون عموماً بلون أخضر ضارب إلى الرمادي) حجر بازلي (صخر بركاني) يتحد من الحمم المصهورة) تكون تحت سطح البحر وتحول في وقت لاحق. أما الكوماتيت فهي حمم تحتوي على نسبة مرتفعة من المغنسيوم، وتحتاج إلى درجات حرارة مرتفعة جداً لكي تتكون. ويشير وجود الكوماتيت إلى أنه في الزمن الذي تكون فيه هذا النوع من الصخور، كانت الأرض أسخن بكثير مما هي عليه اليوم. والجرانيت هو صخر بركاني دخل في الصخر الأخضر وصدعه. وتشير الصخور الرسوبية، أخيراً، إلى حدوث عمليات تآكل وتجوية.

وتشمل التراكيمات المعدنية (الحامات) ذات الجدوى الاقتصادية المتشكلة في الدهر السحيق، النحاس والزنك والنيكل، التي تتواجد جميعها في الحجر الأخضر، والذهب، الذي يتواجد في الجرانيت والصخور الرسوبية. إن أكثر من نصف الذهب الذي استخرج من الأرض يأتي من رسابات ويتوزع راند، في جنوب أفريقيا، التي يبلغ عمرها ٢,٩ مليار سنة.

أصل القارات

يستخدم علماء الأرض نظرية تكتونية الصفائح

والأدلة التي توفرها صخور الدهر السحيق، لوضع فرضية حول كيفية تكون القارات. وتشير صخور الكوماتيت المكونة في الدهر السحيق إلى أن غلاف الأرض (الطبقة الواقعة بين قشرة الأرض ونواتها) كان أسخن بكثير مما هو اليوم. يشكل الحمل الحراري الذي يحدث في الغلاف (الحركة الناتجة عن ارتفاع الأجزاء الأكثر حرارة وغوص الأجزاء الأكثر برودة) القوة المحركة للصفائح؛ وبما أن الحرارة كانت أكثر ارتفاعاً في الدهر السحيق، فهذا يعني أن الحمل الحراري في ذلك الزمن كان أكثر نشاطاً. كبرت القارات في الدهر السحيق على الأرجح بالطريقة نفسها التي تكبر بها اليوم، ولكن بسرعة أكبر. وتكبر القارات عند حافاتهما عندما تُكشط أجزاء من قشرة المحيط بفعل انزلاق الصفيحة المحيطية تحت القارة، أو عندما تتصادم قارتان وتلتصقان الواحدة بالأخرى.

نظراً إلى أن أجزاء صغيرة فقط من القشرة القارية المتكونة في الدهر السحيق قد لحفظت إلى اليوم، يفترض العلماء أن القارات الأولى كانت أصغر مما هي اليوم، وغاصت على الأرجح من جديد في الغلاف نتيجة للإنغراز (عندما تنزل صفيحة أو تغوص تحت صفيحة أخرى عندما تتصادم الصفيحتان). وتتميز القارات الحالية بخفتها وقابليتها للطفو، ما يجعلها غير مثالية للغوص. ومن النتائج الهامة لتكتونية الصفائح المبكرة

يرتفع جبل من الصخر القبكمبري في ميناء ريو دي جانيرو في البرازيل.

ويتألف هذا الجبل المعروف بجبل پاو دي أسوكار (شوجر لوف) من حجر الجرانيت بشكل رئيسي. وفي الصورة مشهد لهذا الجبل.





يؤلف الحجر الرملي المشكّل في الدهر القديم جزءاً من التكوينات الصخرية في مونيمنت ثالي في ولايتي يوتا وأريزونا الأمريكيتين. وقد أدّت عوامل الحثّ والتجوية إلى تفتت وزوال الصخور التي أحاطت بهذه التكوينات، كما نشاهد في الصورة.

حز. ويعتقد العلماء أنّ هذا الأكسجين ناتج عن التركيب الضوئي الذي أجرته الأحياء المجهرية البحرية المتزايدة العدد. وقد وجد الباحثون أيضاً أترية مستحفلة تحتوي على حديد مؤكسد في طبقاتها العليا، ما يشكّل دليلاً آخر على وجود كمية أكبر من الأكسجين في الجو.

ترافق تزايد نسبة الأكسجين في الجو بتراجع نسبة ثاني أكسيد الكربون مع ازدياد التركيب الضوئي. ويظهر ذلك في السجل الجيولوجي بوجود الحجر الكلسي المؤلف من كربونات الكالسيوم، وهو أحد المنتجات الثانوية للتركيب الضوئي. واستناداً إلى الأدلة التي وُجدت في بعض الصخور القمكيرية، فمن شبه المؤكد أنّ عدّة فترات من العصر الجليديّ الواسع النطاق حدثت على القارات، ما يشير إلى أنّ الجو يرد تدريجياً في الدهر الفجريّ.

أشكال الحياة في الدهر الفجريّ

ظهرت الخلايا الحقيقية النواة للمرة الأولى في الدهر الفجريّ. وتشكّل الخلايا الحقيقية النواة تقدماً بالنسبة للخلايا البدائية النواة، إذ أنّها تحتوي على نواة مغلفة بغشاء نووي. كما أنّها تحتوي على عُضَيَات، وهي أعضاء متخصصة في وظائف مثل التنفّس والتركيب الضوئي وخزن الغذاء. إلّا أنّ أهمّ مميزات هذه الخلايا هي أنّها قادرة على التوالد جنسياً، ما يعني أنّها كانت قادرة على تحقيق التنوع الجيني والتلاؤم والبقاء على قيد الحياة برغم التغيّرات البيئية. ونجد الخلايا الحقيقية النواة في شكل طحالب وجرانيم متطورة منذ حوالي ملياري سنة. منذ ١,٧

جداً من الدهر الفجريّ الباكر. وتشكّل الخطوط في هذا الصخر من طبقات متناوبة: تتكوّن الخطوط الرمادية من شُوت (صوّان غير نقي) يحتوي على الأحافير؛ وتتكوّن الخطوط الحمراء من الهيماتيت (أكسيد الحديد). وتبيّن هذه الصخور أنّها تكوّنت في جوّ خالٍ من الأكسجين، ويفترض الباحثون أنّ الحديد الذوّب الناتج عن تجوية الصخور قد انتقل عبر القارّات، وترسّب في البحار الضحلة حيث تفاعل مع الأكسجين وشكّل الهيماتيت (حديد غير ذوّب) واستقرّ على قاع المحيط.

وتشمل الخامات ذات الجدوى الاقتصادية المكتونة في الدهر الفجريّ، الكروم الموجود في مجمّع بوشفيلد (منطقة كبيرة جداً من الصخر البركانيّ الفجريّ) في جنوب أفريقيا؛ والأورانيوم والذهب والرصاص من تراكمت في قوس جزيريّ قديم (سلاسل من الجزر)، موجودة في مناطق الإنغراز.

الأكسجين في الجوّ

بدأت التكوينات الحديدية المخططة بالاختفاء من السجل الجيولوجي حوالي ١,٧ مليار سنة خلت، وبدأت طبقات حمراء اللون بالظهور مكانها. وهذه الطبقات الحمراء هي صخور رسوبية مكونة من رمل محتوٍ على الحديد ووحل ناتج عن انحطاط الصخور على اليابسة. ويتخذ الصخر هذا اللون الأحمر لأنّه يحتوي على حديد مؤكسد (صدىء). إنّ وجود هذا الصخر على اليابسة يعني أنّ الصخر الذي تعرّض للحثّ كان في جوّ يحتوي على أكسجين

ويعتقد الباحثون أنّ الجراثيم الأولى حصلت على الطعام (الطاقة)، إمّا بأكل جزيئات عضوية أو بالتركيب الكيميائي، وهو تفاعل كيميائيّ يشمل موادّ كيميائية مثل كبريتيد الهيدروجين. ولم تظهر خلايا قادرة على إنتاج طعامها الخاصّ بالتركيب الضوئي إلا منذ حوالي ٣,٦ مليارات سنة. تشكّل الجراثيم الشدويّة أقدم دليل على الكائنات التي تمارس التركيب الضوئي، وهي بنى رسوبية طبقيّة على شكل قبة مكونة من حبيبات من الجراثيم الزرقاء الخيطيّة (وحيدة الخلايا) وترسّبات دقيقة محتجزة.

الدهر الفجريّ (The Proterozoic Eon)

خلال الدهر الفجريّ، انخفضت سرعة ابتعاد الأرض، وبدأت ميكانيكا تكتونية الصفائح بالتباطؤ والعمل على نحو مشابه تقريباً لما نشاهده اليوم. تكوّنت سلاسل جبلية كبيرة عندما تصادمت القارّات في ما بينها. ويبيّن السجل الجيولوجي أنّ طبقات سمكية متتالية من الحجر الرملي الغني بالكوارتز والفُفْل الصّفحيّ والحجر الكلسي قد ترسّبت لأول مرة على نطاق واسع فوق القارّات. ويفترض الباحثون أيضاً أنّ القارّات تكثرت وتشكّلت من جديد عدّة مرّات، خلال الدهر الفجريّ.

الصخور والتراكمت المعدنية

يشكّل الصخر الأحمر والرماديّ المعروف بالتكوين الحديديّ المخطّط تراكماً معدنيّاً مهمّاً

والسريعة نسبياً، أنّ الحرارة كانت تتبدّد من باطن الأرض بسرعة أكبر من اليوم.

الغيّط والجوّ

تكوّنت المحيطات والجوّ، على الأرجح، بعمليّة تُعرف بالتفريغ البركانيّ الإضافي، وهي إطلاق كمّيّات هائلة من الغازات أثناء الثوران البركانيّ. ويُعتقد أنّ هذه الغازات، التي أبقتها الجاذبيّة فوق الأرض، قد شكّلت الجوّ الأوّل. ويعتقد العلماء أنّ ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء كانا من أهمّ مكونات هذا الجوّ الأوّل. ونظراً إلى أنّ ثاني أكسيد الكربون يمتصّ الحرارة، ما يحول دون إطلاق قسم كبير منها في الفضاء، فإنّ جوّ الدهر السحيق كان على الأرجح أسخن من الجوّ الحاليّ. ومع ابتعاد الأرض، تكثّف بخار الماء وسقط على سطح الأرض وشكّل المحيطات الأولى.

منشأ الحياة

يُعتقد أنّ الحياة قد ظهرت في المحيطات منذ حوالي أربعة مليارات سنة، وعلى الأرجح نتيجة تفاعلات كيميائية بين جزيئات مثل الماء وثاني أكسيد الكربون والميثان. إنّ أول أشكال الحياة التي لحظت نماذج مستحفلة منها هي كائنات وحيدة الخلية من الخلايا البدائية النواة. لم تحو هذه الخلايا على نواة حقيقية، وتوالدت عن طريق الإنقسام الخلويّ. وتحتلّ الجراثيم والجراثيم الزرقاء الحالية بشكل مباشر من تلك الأحياء الوحيدة الخلية في الدهر السحيق.

العصر الأوردوفيسي (Ordovician Period)

العصر الأوردوفيسي هو القسم الثاني من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجية، ويمتد بين حوالي ٥٠٠ مليون و ٤٣٥ مليون سنة خلت. وقد أُعطي هذا الاسم نسبة لقبيلة ويلزية، إذ أن الصخور المتكوّنة في هذا العصر قد تمّت دراستها لأول مرة بشكل منهجي في منطقة ويلز.

في العصر الكمبري السابق، فصل الماء بين أميركا الشمالية وأوروبا، ولكن في العصر الأوردوفيسي تصادمت القارتان فتغطّنت بينهما كتلة سمكية جدّاً من الرسابات المتراكمة في الطيّة^(١) الأبالاشية، وارتفعت هذه الصخور لتكوين السلسلة الجبلية التاكونيك التي نشاهد اليوم بقاياها في شرق ولاية نيويورك. وتراجعت البحار الضحلة التي غطّت القسم الأكبر من أميركا الشمالية في بداية العصر، وخلفت وراءها رسابات سمكية من الحجر الكلسي؛ ثمّ عادت البحار من جديد في الأوردوفيسي ورسبت طبقات سمكية من الرمل الكوارتزي والمزيد من الحجر الكلسي. وقد فصل بين أوروبا وآسيا بحرٌ طويل وضيقٌ تراكمت فيه رسابات الطيّة الأورالية. وكانت آسيا نفسها مجزأة، إذ فصلت مياه البحر بين سيبيريا والصين. وفي نصف الكرة الجنوبي، شملت القارة العظمى جوندوانالاند، المحاطة بحزام من الطيّات المقعّرة، أميركا الجنوبية وقارة القطب الجنوبي وأفريقيا والهند

للتأريخ الواسع النطاق القائم على مضاهاة الطبقات. ولهذا السبب، حقّق العلماء نجاحاً أكبر في فهم الظروف السائدة على الأرض خلال العصر الكمبري والعصور اللاحقة، مقارنةً بالدهر القمبري الأطول والأقدم منه.

والكمبري هو أقدم عصر جيولوجي يتوقّر للعلماء أدلة كافية عنه لكي يفترضوا وجود صفائح قشرية ويحاولوا وصفها. وقد أدّت الإصطدامات المتكرّرة بين هذه الصفائح في العصر الكمبري إلى تشكيل كتلة شاسعة من الأرض، أو قارة عظمى، تُعرف بجوندوانالاند. وقد اشتملت هذه القارة العظمى على الأجزاء الأولية من القارّات الجنوبية الأربع الحالية - أميركا الجنوبية وأفريقيا وقارة القطب الجنوبي واستراليا الغربية - كما ضمّت الهند وأجزاء من المكسيك وفلوريدا الحاليّتين وجنوب أوروبا وربما الصين.

يختلف توزيع القارّات في العصر الكمبري عن التوزيع الحاليّ. فقد كان معظم القارّات واقعاً، إمّا في المنطقة الإستوائية أو في نصف الكرة الجنوبيّ. وتقدّم الترسيّبات الملحية والشعاب المرجانيّة في الصخور الكمبريّة في أميركا الشمالية وأوروبا الشمالية، دليلاً واضحاً على الموقع الإستوائي القديم لهاتين المنطقتين.

غطّت جوندوانالاند مساحة أكبر بكثير من القارّات الشمالية، وامتدّت من المنطقة الإستوائية وجنوب المنطقة المعتدلة إلى القطب الجنوبي تقريباً.

مليون سنة تقريباً، بين ٥٧٠ مليون و ٥٠٠ مليون سنة خلت. وقد أطلق الجيولوجي الإنجليزي آدم سيجويك هذا الاسم في سنة ١٨٣٥ على صخور رسوبيّة في ويلز، التي عرفها الرومان باسم كمبريا.

في بداية الدهر القديم، سمح التزايد المطرد للأكسجين في الجوّ والمحيطات، بظهور أشكال جديدة من الحياة في الوسط البحريّ، وهي كائنات قادرة على استمداد الطاقة من التنفّس. ورغم أنّ الحياة لم تكن قد غزت اليابسة أو الجوّ بعد، فقد زحرت بحار العصر الكمبري بمجموعة كبيرة ومتنوّعة من اللاقارّيات البحرية، تشمل الإسفنج والديدان والحيوانات الطحليّة والأباليّيات وعُضديّات الأرجل والرخويّات (ومنها بطيّيات الأرجل وأنواع سلفيّة لحيوان النوتي) ورأسيّات الأرجل البدائيّة، مثل ثلاثيّات الفصوص، وبضعة أنواع من قنفذيّات الجلد الساقية. وكانت الحياة النباتيّة مقتضرة في ذلك الزمن على الطحالب البحريّة. ونظراً إلى أنّ أعداداً كثيرة من هذه الكائنات الجديدة كانت لاقارّيات بحريّة معقّدة وكبيرة الحجم نسبياً وتتميّز بأصداف وهياكل صلبة من الكيتين^(٢) أو الكلس، فقد حظيت بفرصة أفضل لحفظ على شكل أحافير من المخلوقات الطريّة الجسم في الدهر القمبري.

تتمتع الصخور الرسوبيّة الكمبريّة بنسبة عالية نسبياً من الأحافير، وهي أقدم الطبقات الملائمة

لمليار سنة، كانت الخلايا الحقيقيّة النواة واسعة الانتشار، كما تؤكّده الأحافير المجهرية في الصخور الشّريّة^(٣) المتكوّنة في الدهر الفجريّ. وفي الدهر الفجريّ الوسيط، أصبحت الجراثيم السدويّة، المتشكّلة من الجراثيم الزرقاء والرسابات الدقيقة، منتشرة بأعداد أكبر من أيّ وقت آخر. وحوالي مليار سنة قبل الزمن الحاضر، كانت الجراثيم الزرقاء ومجموعة كبيرة ومتنوّعة من الحيوانات الأوّلي (حيوانات وحيدة الخليّة) هي الكائنات الحيّة المسيطرة على سطح الأرض.

بين مليار و ٨٠٠ مليون سنة خلت، أصبحت مستويات الأكسجين في المحيطات والجوّ مرتفعة بشكل كاف لكي تتطوّر الكائنات الكثيرة الخلايا. ولم تحفظ تلك الكائنات بشكل جيّد كأحافير، نظراً لطراوة أجسامها؛ ولم يبقَ لنا منها سوى قوالب وأشكال في الصخر. إنّ أوّل الأحافير الفجرية لكائنات كثيرة الخلايا اكتشفها العلماء هي الحيوانات الإدياكارية، التي وُجدت في الأصل في رسابات بحريّة (متشكّلة في المياه الضحلة) في تلال إدياكارا في جنوب استراليا. ومنذ ذلك الإكتشاف، وُجدت هذه الأحافير في جميع القارّات، ما يشير إلى أنّها كانت واسعة الإنتشار في الدهر الفجريّ.

العصر الكمبري (Cambrian Period)

العصر الكمبري هو القسم الأوّل من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، ويمتدّ على فترة ٧٠

(١) الشريّة: صخر صوّاني غير نفّس.

(٢) الكيتين: مادة قشرية تشكّل جزءاً من الإهاب الخارجيّ في الحشرات والقشريات.

(٣) الطيّة: إنخفاض عظيم في قشرة الأرض.

مرتفعات لانجديل في منطقة كمبريا في إنجلترا وقد تكوّنت في العصر الجيولوجي الكمبري



جُزف إترينا في غرب فرنسا، ويرجع تاريخ الصخرة إلى العهد الكمبري





▲ **الستيغوسوروس Stegosaurus**: جنس من أجناس فصيلة طيريات الحوض **Ornithischian** المصنفة التي عاشت في أواخر العصر الجوراسي حوالي ١٥٠ مليون سنة خلت. وعلى الرغم من ندرة أحافير حيوانات الستيغوسوروس، يعتقد أن هذه الدينصورات عاشت في أميركا الشمالية، وأن حيوانات شبيهة لها عاشت في الصين وأوروبا والهند. له ١٧ صفيحة كبيرة ومثلثة موزعة بشكل متناوب على عموده الفقري شديد التقوس. وقد بلغ طول الحيوان ٦م وارتفاعه ٢,٥م عند الوركين. وكان الرأس صغيراً بالنسبة إلى حجم الجسم فيما حمل الذنب نتوءات طويلة. ويُعتقد أن الصفائح كانت تحمي حيوان الستيغوسوروس وتضبط درجة حرارة جسمه.



الواقعة على بعد ٦٥° أو أكثر من خط الإستواء. أما في المناطق الواقعة على بعد ٤٠° أو أقل من خط الإستواء، فقد تنامت الشجيرات المرجانية في مياه البحر الدافئة. وفي الأراضي الحارة والجافة، تشكلت كتبان رملية وترسبت معادن تبخرية، مثل الملح والحصى، من مياه داخلية سابقة الوجود. وقد تراكم الملح السيلوري في منطقة البحيرات الكبرى في أميركا الشمالية بسماكة ٥٠٠ متر، ويجري استخراج اليوم على نطاق واسع. وتشكل الصخور الرسوبية السيلورية في جرينلاند والأجزاء من أميركا الشمالية الواقعة على ١٥° من خط الإستواء، دليلاً على حدوث التراكم في بيئة استوائية.

ويضم بعض الصخور السيلورية أقدم بقايا معروفة من النباتات الأرضية: أحافير مجموعة مفترضة من النباتات الوعائية البدائية العديمة الأوراق، أطلق عليها اسم العاريات، وتتميز بساق أفقية تنمو تحت الأرض وتُطلق إلى الأعلى سويقات عمودية قصيرة. وتشكلت الحياة الحيوانية بشكل رئيسي من اللافقاريات البحرية، واشتملت على أول سمكة مزودة بفكين وأول الحشرات البرية.

العصر الديفوني (Devonian Period)

العصر الديفوني هو القسم الرابع من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجية، ويمتد بين حوالي ٤٠٨ ملايين و ٣٦٠ مليون سنة خلت، وقد أطلق عليه هذا الاسم نسبة إلى ديفون (ديفونشير) في إنجلترا، حيث جرت للمرة الأولى دراسة الصخور الرسوبية من ذلك العصر، في ثلاثينات القرن التاسع عشر.

وفي هذا العصر، امتدت الكتل القارية القديمة لأميركا الشمالية وأوروبا على جانبي خط الإستواء، فيما تجمعت الأجزاء الأفريقية والجنوبية من جوندوانالاند (القارة العظمى المفترضة التي سوف تشكل القارات الجنوبية الحديثة) فوق القطب الجنوبي. ويُعتبر الاصطدام الذي وقع بين كتلة أميركا الشمالية وأوراسيا وجوندوانالاند الحدث الجيولوجي الرئيسي في العصر الديفوني. وقد أدى الضغط الذي وُده هذا التصادم إلى تشكيل الجبال عن طريق ثني المقاطع السمكية من الطبقات الرسوبية التي تراكمت في منخفضات تشهد وهناً قشرياً، وتُعرف بالقاعات (ج: قعيرة). ويُعرف تكوين الجبال في العصر الديفوني بتكوين الجبال الأكادية في شمال أميركا، وتكوين الجبال الكاليدونية في

وأستراليا، إضافة إلى أجزاء من القشرة القارية - المكسيك وفلوريدا - التحمت في العصر الكربوني اللاحق بأميركا الشمالية.

كان مناخ العصر الأردوفيسي حاراً ورطباً في القسم الأكبر من أميركا الشمالية وأوراسيا الحاليتين، ومائلاً إلى البرودة في القارات الجنوبية، مع الإشارة إلى أن القطب الجنوبي كان متمركزاً في ذلك الزمن في ما يشكل الجزائر الحالية. وظلت اللافقاريات البحرية أشكال الحياة السائدة في ذلك العصر. ومن المحتمل أن يكون بعض أشكال الحياة البدائية قد ظهر على اليابسة - نباتات ولافقاريات حافرة للأحجار شبيهة بالدودة الألفية. وقد ضمت البحار أيضاً الفقاريات الأولى، وكانت أسماكاً بدائية مصفحة بدروع عظمية. وظهرت في هذا العصر أيضاً الجرايتوليتيات^(٤) والمرجان وأشباه الزنابق والحيوانات الضحلية.

العصر السيلوري (Silurian Period)

العصر السيلوري هو القسم الثالث من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجية، وقد دام ٢٧ مليون سنة تقريباً، امتدت بين ٤٣٥ مليون و ٤٠٨ ملايين سنة خلت. وقد أطلق عليه السير رودريك إيثي مورثيسون هذا الاسم في سنة ١٨٣٥ نسبة لقبيلة بريطانية قديمة - السيلورين - سكنت غرب إنجلترا وويلز، حيث جرت للمرة الأولى دراسة صخور رسوبية من هذا العصر.

وفي العصر السيلوري، كانت القارات الجنوبية مجتمعة في قارة واحدة هي القارة العظمى جوندوانالاند، فيما انقسمت القارات الشمالية إلى الكتل القارية الشمالية الأمريكية والأوروبية والآسيوية. وكانت جرينلاند وبعض أجزاء أميركا الشمالية الواقعة حالياً ضمن الدائرة القطبية لا تبعد أكثر من ١٥° تقريباً عن خط الإستواء. وقد أدى تقارب الصفائح التكتونية، الذي كان قد بدأ في العصر الأردوفيسي، إلى تغطس الصخر الرسوبي الذي تراكم في القعيرة (الطية المقعرة) الكاليدونية، وهي منطقة في شمال غرب أوروبا تشهد وهناً في القشرة. وقد تحولت هذه الصخور (تغيرت بفعل الحرارة والضغط) ودخلت فيها صخور بركانية، وأصبحت مكشوفة اليوم في مناطق متباعدة جداً مثل جرينلاند وإنجلترا والنرويج.

ولم يكن المناخ في العصر السيلوري متماثلاً في جميع المناطق. فقد غطى جليد المجلدات المناطق

(٤) الجرايتوليت هي بقايا حيوانات لافقارية مفترضة عاشت في عدد من المواطن البحرية وتواجدت بكميات وافرة في الدهر القديم. وتشبه أكثر الجرايتوليت شبيهاً صغيراً مماثلة لشجيرات منشتر المعادن مطبوعة في الصخر. وتظهر أنواع أخرى منها في هيئة بنى صغيرة شبيهة بالخشب الكثة مضغوطة على الركيزة الصخرية. ويتراوح عادة طول الحيوانات الشبيهة بشجيرات منشتر المعادن بين ١٥ و ٤٤ مليمتر تقريباً، ويبلغ عرض أصغر البنى الشبيهة بالجنيبات حوالي ٢٥ مليمتر، فيما يصل عرض أكبرها إلى عدة سنتيمترات. استخدم العلماء الجرايتوليت الطافية للمقارنة بين الوحدات الطباقية وربطها ببعضها البعض، نظراً لتوزيعها الجغرافي الواسع. وبما أن الجرايتوليت الطافية غيّرت شكلها بسرعة، فهي أيضاً مفيدة جداً كمؤشرات أو أدلة على الزمن الجيولوجي. والجرايتوليت هي من الأحافير القليلة التي يمكن أن تُحفظ في الصخور المحولة، وأن تستعمل بالتالي لتحديد تاريخ الصخور التي لا يمكن تحديدها بأي طريقة أخرى. عاشت الجرايتوليت ما يقارب الـ ٢٠٠ مليون سنة، من منتصف العصر الكمبري إلى الكربوني. وكانت الجرايتوليت الشبيهة بالجنيبات الكثة (مثل عشب البحر) أطول هذه الحيوانات بقاءً، وقد عاشت معلقة بقاع البحار الضحلة ذات الرفوف الصخرية.

أما الأنواع الأوسع انتشاراً فكانت تلك التي عاشت بطريقة مشابهة للعوالق؛ وقد وُجدت في صخور يتراوح تاريخ تكوينها بين الأردوفيسي الباكر والديفوني الباكر (حوالي ٥٠٠ مليون إلى ٣٩٠ مليون سنة خلت). طفا معظم هذه الجرايتوليت في المياه الممتدة فوق الأجزاء الخارجية من الرفوف القارية، لكن بعضها عاش في بحار أقل عمقاً أو في الطبقات السطحية من المحيط المفتوح. وتعد معظم هذه الحيوانات الأخيرة في طُفْل صفحي داكن غني بالمواد العضوية مترسب في بيئات فقيرة بالأكسجين. وتبقى العلاقات البيولوجية للجرايتوليت أمراً غير معروف تماماً. وهي وثيقة الشبه بقواقع (صدفة - محارة) حيوانات بحرية صغيرة جداً تنتمي في الزمن الحاضر إلى شعبة نصفيات الحبل.



التراسيراتوبس Triceratops: جنس من الدينصورات رباعية القوائم والآكلة للنبات. وقد عاشت هذه الحيوانات، التي بلغ وزن واحدتها عدة أطنان، خلال العصر الطباشيري أي منذ ٦٥ مليون سنة. وفي كل الأنواع التابعة لجنس وجهيات القرن Ceratopsia، باستثناء الأنواع المبكرة، كانت الجمجمة تحمل قرناً أو أكثر في أعلى الوجه، إضافة إلى منقار يشبه منقار الببغاء، وذلك بسبب عظمة فريدة هي العظمة المنقرية Rostral. وكان لحيوانات التراسيراتوبس ثلاثة قرون - واحد مركزي فوق فتحتي الأنف مباشرة واثنان في الجبين، ولذلك أطلق عليها الاسم الذي يعني وجهيات القرون الثلاثة. وكانت الجمجمة بطول ١,٨م في بعض الحيوانات، ما يجعلها كبيرة مقارنة بحجم الجسم. وخلف الجمجمة، كان يوجد هذب عظمي يحمي الرقبة ويثبت العضلات القوية للفتك والرقبة. ويُعتقد أنّ حيوانات التراسيراتوبس هاجرت شرقاً إلى أميركا الشمالية حيث انقرضت مع نهاية العصر الطباشيري.



بريطانيا العظمى والنرويج. وتشكّل الجذور المنحّنة للجبال الناشئة عن تكوّن الجبال الأكادية، الجزء الشمالي من جبال الأبالاش الحالية، الذي يمتدّ من نيو إنجلاند إلى نيوفاوندلاند. وقد انحسّرت كميات ضخمة من الرمل الأحمر الحشن والحصى من هذه الجبال الأكادية الجديدة، وتراكمت فوق داخلية القارة المنبسطة والمستقرّة. وقد شغلت داخلية القارة بشكل متقطع بحارّ ضحلة وحارّة تشكّلت فيها شعاب من المرجان والإسفننج. وقد أصبح الكثير من هذه الصخور الشعابيّة والصخور الرملية الدبقويّة مشبعة موضعياً بالنفط.

وتراكمت طبقات سميكة جدّاً من الرمال الحمراء في دلتا كاتسكيل الشاسعة، حيث طُمرت وحُفظت أوّل غابات على سطح الأرض: أشجار حرشقيّة رفيعة وطويلة، وأشجار بدائيّة من دائمات الخضرة ذوات أوراق، وسراخس. وقد ألصق أكسيد الحديد حبيّات الرمل ببعضها البعض وصبغها باللون الأحمر، فتشكّل بذلك الحجر الرملي الأحمر القديم في الجزر البريطانية وطبقات كاتسكيل الحمراء في جنوب شرق نيويورك. ويشكّل أكسيد الحديد والغابات المحفوظة والشعاب المرجانيّة دليلاً على وجود مناخ حارّ ورطب.

في هذه الظروف المناخية، ومع تشكّل طبقة أوزون في الجوّ تقي سطح الأرض من الأشعّة فوق البنفسجية، ظهرت على اليابسة أولى المفصليّات التي تتنفس الهواء من الجوّ، وكانت من العناكب والعنّ (سوس). وفي البحار، شكّلت صدفيات حلزونيّة تُعرف بالأمونيات الشكل الرئيسي من الحيوانات اللاقاريّة. وشهدت أنواع الأسماك المفسّحة التي كانت سائدة في العصر الأوردويسي تطوّراً كبيراً، وأصبحت أسماك العصر الديفوني مزوّدة بزعانف وحراشف وفكين. وقد تطوّرت إحدى مجموعات الأسماك، وهي ذوات الزعانف المفصّصة، لتصبح الفقاريّات الأولى التي تتنفس الهواء من الجوّ؛ وهي البرمائيات التي غزت اليابسة في نهاية العصر الديفوني، ومهدّت لظهور الزواحف في العصر الكربوني الذي جاء بعد ذلك.

العصر الكربوني (Carboniferous Period)

العصر الكربوني هو القسم الخامس من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، ويمتدّ بين حوالي ٣٦٠ مليون و٢٩٠ مليون سنة خلت. وقد استُعمل هذا الاسم للمزّة الأولى في بريطانيا، حيث أُطلق في سنة ١٨٢٢ على الطبقات الفحميّة في إنجلترا وويلز.

في أميركا الشماليّة، يعتبر الجيولوجيون أنّ هذه الفترة من الزمن الجيولوجي التي تغطّي ٧٠ مليون سنة تشمّل عصرين بدلاً من عصر واحد. ويمتدّ العصر الأوّل، وهو العصر الميسيسيبي، بين ٣٦٠ مليون و٣٣٠ مليون سنة خلت، بينما يمتدّ العصر البنسلفانيّ اللاحق بين ٣٣٠ مليون و٢٩٠ مليون سنة خلت.

في بداية القسم البنسلفانيّ من العصر الكربوني (عندما كان القسم الأكبر من الفحم في العالم في

طور التشكّل)، غطّت الغابات الكثيفة والمستنقعات الخثيّة الإستوائيّة مساحات شاسعة من الأرض أصبحت في ما بعد شرق أميركا الشماليّة وشمال أوروبا. وكانت هذه الأراضي واقعة في المنطقة الإستوائيّة، شماليّ خطّ الاستواء مباشرة، وعرفت مناخات حارّة ورطبة. وقد عزّزت هذه الظروف البيئيّة نموّ النباتات وتكاثر الكائنات البحريّة التي سوف يتشكّل منها الفحم وأيضاً النفط والغاز.

إنّ البقايا الحيوانيّة والنباتيّة من العصر الكربوني وفيرة جدّاً ومحفوظة بشكل جيّد في الكثير من الحالات. ونلاحظ وجود تماثيل كبير في طبيعة الحياة النباتيّة، فإنّ الأجناس نفسها، وغالباً الأنواع نفسها، تتواجد في مناطق متباعدة جدّاً. ونعرف اليوم حوالي ٢٠٠٠ نوع من النباتات، هي في غالبيّتها أنواع عديمة الزهر. وقد انتشرت بشكل واسع أشكال أوليّة من رجل الذئب وذيل الحصان والأشجار الحرجيّة (القلبيّة الورق) والسرخسيّات. ولم تترك الحيوانات البريّة في ذلك العصر سوى آثار قليلة، لكننا نجد عدداً أكبر من بقايا الحيوانات البحريّة. وقد ظهرت في هذا العصر أولى الزواحف الحقيقيّة، التي تطوّرت من البرمائيات التي سبقتها. وعرفت البحار مجموعات وافرة من المرجان وأشياء الزنابق^(٥) والمُشخّبات^(٦) الدقيقيّة، مع بعض ثلاثيّات الفصوص وعريضات الأجنحة. كما انتشرت أيضاً الرخويّات والقواقع، ومنها رأسيّات الأرجل وأشياء النوتي. وكانت الحشرات موجودة بأعداد كبيرة، ولا سيّما شكل عملاق من اليعاسيب. وشاع وجود الشريطيّات وعُضديّات الأرجل، كما تواجدت أسماك القرش والأسماك البدائيّة القاسية الحراشف بأعداد كبيرة.

ومن بين الكتل القاريّة القديمة، وحدها قارة سيبيريا الأوّلية قامت شماليّ المنطقة الإستوائيّة، وقد امتدّت حتى القطب الشماليّ تقريباً. أمّا القارة العظمى جوندوانالاند، التي ضمت ما سوف يصبح في ما بعد أميركا الجنوبيّة وأفريقيا والهند وقارة القطب الجنوبيّ، فقد امتدّت بأكملها في نصف الكرة الجنوبيّ، وغطّت مساحة شاسعة وقع مركزها قرب القطب الجنوبيّ.

وكانت جوندوانالاند والقارّات الأوّلية المختلفة قد بدأت بالإزدياد بأنحاء بعضها البعض منذ أوائل الدهر القديم. وفي نهاية العصر الكربوني، بلغت حركة الصفائح ذروتها في اصطدام رباعيّ الأطراف. لذا فعند بداية العصر البرميّ، كانت صفائح قشرة الأرض قد دمجت جميع مساحات اليابسة على سطح الأرض في قارة عظمى واحدة، تُعرف باليانجيا.

وقد أدّت إعادة توزيع الأراضي والبحار التي حدثت في هذا العصر إلى تغيير مناخيّ شامل. فقد كان المناخ حارّاً ورطباً في الكربوني، لكنّه أصبح أكثر برودة وجفافاً مع نهاية العصر، ما أدّى إلى حدوث عهد جليديّ طويل، يُعرف بالكربونيّ البرميّ.

العصر البرميّ (Permian Period)

العصر البرميّ هو القسم الأخير من الدهر القديم

(٥) أشباه الزنابق: هي حيوانات بحريّة دنيّا مثقيّة الأصدايف.

(٦) المشخّبات: هي طائفة من الحيوانات البحريّة تشبه أزهاراً قائمة على أعناقها عادة.

في جدول الأزمنة الجيولوجية، ويغطي فترة ٥٠ مليون سنة تقريباً تمتد بين ٢٩٠ مليون و ٢٤٠ مليون سنة خلت. وقد أعطاه الجيولوجي الإنجليزي السير رودريك إيبي مورثيسون هذا الاسم، في سنة ١٨٤١، نسبة لقرية في شرق روسيا، حيث تم الربط بين طبقات رسوبية من هذا العصر، استناداً إلى المحتوى الأحفوري، بطبقات رسوبية واقعة إلى الغرب، في ألمانيا. وتتميز صخور العصر البرمي في جميع أنحاء العالم بغناها بالفحم، والنفط والغاز.

وقد شهد هذا القسم الأخير من الدهر القديم اضطرابات قشرية واسعة النطاق. فقد ارتفعت قارئات من البحار الضحلة التي كانت سائدة في العصر الكربوني السابق، وضُطعت الرسابات التي تراكمت في المنخفضات المقعرة (القعائر)، ودُفعت إلى الأعلى لتكوين سلاسل جبلية: جبال الأبالاش الوسطى والجنوبية في شمال أميركا وجبال الأورال في روسيا. واتحدت أوروبا وآسيا (سبيريا) مع روسيا، والصين مع سيبيريا، فيما لم اصطدام الصفائح القارية إلى الغرب، أميركا الشمالية بالقارة العظمى القديمة جوندوانالاند. وبهذه الطريقة، اجتمعت كافة المساحات القارية في قارة واحدة، أطلق عليها ألفرد فجنر اسم بانجيا. ويبدو أن المناطق الجنوبية من أميركا الجنوبية وأفريقيا قد تجمعت قرب القطب الجنوبي مع قارة القطب الجنوبي. وأستراليا والهند. وكانت أميركا الشمالية وأوروبا الغربية، اللتان امتدتا على جانبي خط الاستواء البرمي، منطقتين حارّتين وجافّتين، كما تشير إليه الطبقات السمكية من المعادن التبخرية - مثل الملح والجص - التي ترسبت، دون شك، في مياه البحار المغلقة.

وشكلت بداية العصر البرمي فترة غنية جداً باللافقاريات البحرية التي تكاثرت في البحار الداخلية الضحلة والدافئة. وفي أواخر العصر، أدت موجة من الانقراضات الواسعة، وهي الأكبر في تاريخ الأرض، إلى زوال مجموعات كبيرة من المرجان والحيوانات الطحلبية وقنفذات الجلد وغيرها من اللافقاريات. وعلى اليابسة، ظهرت الصنوبريات وأشجار الجئكة إلى جانب السرخسيات البذرية. وتراجع عدد البرمائيات، فيما شهدت الزواحف، التي ظهرت في العصر السابق، تطوراً مذهلاً أدى إلى ظهور أشكال لاحمة وعاشية شبيهة بالثدييات. وظهرت أيضاً في العصر البرمي سوالف الدينوصورات.

العصر الترياسي (Triassic Period)

العصر الترياسي هو القسم الأول من الدهر الوسيط في جدول الأزمنة الجيولوجية (وهو من ثلاثة أقسام)، ويغطي فترة ٣٢ مليون سنة تقريباً تمتد من ٢٤٠ مليون إلى ٢٠٨ ملايين سنة خلت.

خلال العصر الترياسي، بدأت القارة العظمى بانجيا بالانقسام. وتشكلت شقوق بين أميركا الشمالية والجزء الأفريقي من جوندوانالاند. ومع تمدد قشرة الأرض، انخسفت كتل كبيرة، فتشكلت أحواض فيزيوغرافية ترسبت فيها طبقات سمكية من الحجر الرملي الملون بالأحمر والحجر الغريني والطفل الصفحي. وقد اندست في هذه الصخور الرسوبية مجذّ متوازية (اندساسات صخرية أفقية) من البرلت البركاني الداكن، مثل الطبقات المنكشفة في

أجراف نيو جيرسي على طول نهر الهدسون. وتمتد بقايا طويلة وضيقية من الأحواض الترياسية من فيرجينيا إلى نيوفا سكوشا في الشمال.

وتشير الأحافير الموجودة في الطبقات الترياسية إلى أن المناخ العام السائد في ذلك العصر هو مناخ حار. وقد امتد القسم الأكبر من أميركا الشمالية بين خط الاستواء وخط العرض ٣٠ شمالاً، ما يعني أن المناخ شبه الاستوائي قد ساد حتى ويومينج ونيو انجلاند في الشمال. وطلعت في الزمن الترياسي الأشجار الدائمة الخضرة، التي تشكلت في معظمها من الصنوبريات وأشجار الجئكة. كما بقيت السيكاسيات (أشجار شبيهة بالنخل) والأشجار الحشوية التي كانت طاغية في العصر السابق، لكنها لم تكن تمثل عدد وتنوع الأشجار الدائمة الخضرة. وتعتبر الدينوصورات أهم الحيوانات التي ظهرت في العصر الترياسي. ولم تصل الحيوانات الأولى في هذه المجموعة إلى الأحجام الضخمة التي بلغتها الدينوصورات في الدهر الوسيط المتأخر، ولم يتجاوز طول معظمها ٣ إلى ٤,٥ أمتار. وتشكل الإكصورات أيضاً مجموعة هامة من الزواحف في العصر الترياسي، وهي زواحف بحرية ذات خطم طويل وجسم شبيه بجسم الدلافين الحالية. ومن الزواحف البحرية الأخرى في ذلك العصر، نذكر البليصورات التي كانت تتميز بجسم عريض شبيه بجسم السلاحف، وعنق وذنب طويلين، وزعانف عريضة.

ويعتبر الكثير من العلماء الإحاثيين (البليوتنولوجيين) أن العصر الترياسي قد شهد ظهور الثدييات الحقيقية الأولى، لكن فيزيولوجيتها لا تزال شبيهة مجهولة. وتمثل الحشرات (من اللافقاريات) في العصر الترياسي بالأنواع الأولى التي خضعت لتحول كامل من البرقة إلى الحشرة البالغة مروراً بالخادرة. وفي البحار الترياسية، حيث انتشرت التثنيات الشبيهة بالبحار والعمونيات والقشريات بأعداد وافرة، حدثت موجة واسعة من الإنقراضات قضت على ٧٥٪ من أنواع اللافقاريات.

العصر الجوراسي (Jurassic Period)

العصر الجوراسي هو القسم الثاني من الدهر الوسيط في جدول الأزمنة الجيولوجية، ويغطي الفترة الممتدة بين حوالي ٢٠٨ ملايين و ١٤٤ مليون سنة خلت. وقد أعطى هذا الاسم نسبة لطبقات صخرية في جبال الجورا.

في بداية العصر الجوراسي، كانت إيطاليا واليونان وتركيا وإيران متصلة بالجزء الشمالي الأفريقي من جوندوانالاند، وهي القارة العظمى الجنوبية التي بدأت بالتجزؤ في العصر الترياسي. وبقيت قارئات القطب الجنوبي وأستراليا ملتصحتين معاً بعد انفصالهما عن جوندوانالاند، فيما زاحت الهند شمالاً باتجاه القارة العظمى لوراسيا.

إنفصلت أميركا الشمالية عن جوندوانالاند وزاحت غرباً، ما فتح خليج المكسيك، الذي ترسبت في مياهه في ما بعد طبقات سمكية من الملح. ومع تجاوز أميركا الشمالية قاع المحيط الهادى، أطلق النشاط البركاني واندساس الباليوتات (أجسام تحارضية ضخمة من الصخر البركاني الجرانيتي)، ما أطلق بدوره الأحداث المكونة للجبال التي بلغت ذروتها في وقت لاحق في

نشوء سلسلة الجبال الشمالأميركية [جبال الروكي (الجبال الصخرية) والسييرا نيفادا].

في هذه الأثناء، بدأت أميركا الجنوبية وأفريقيا (في نصف الكرة الجنوبي) بالابتعاد الواحدة عن الأخرى، وانفتح ممر بحري طويل وضيق باتجاه الشمال، اتحد في ما بعد بالبحر الاستوائي الكبير المعروف بتيثيس. مع تشكل الممرات البحرية واتساعها واتصالها ببعضها البعض، امتدت المياه البحرية الضحلة والدافئة فوق القسم الأكبر من أوروبا والأراضي الواقعة حول بحر تيثيس. وفي أواخر العصر الجوراسي، بدأت هذه البحار الضحلة بالتصريف والنزح، مخلقة وراءها طبقات سمكية من الحجر الكلسي حيث تشكلت في وقت لاحق بعض أغنى تراكبات النفط والغاز في العالم.

وتشكلت الشعاب المرجانية الواسعة الانتشار وبقايا الغابات المعتدلة وشبه الاستوائية، المكونة في غالبيتها من عاريات البذور (السيكاسيات والصنوبريات) وأشجار الجئكة والسرخسيات البذرية، دليلاً واضحاً على أن العصر الجوراسي قد عرف مناخاً حاراً ورطباً. وفي أواسط العصر الجوراسي، ظهرت كأسيات البذور الأولى (النباتات المزهرة).

طلعت الزواحف على أشكال الحياة الحيوانية الأخرى في العصر الجوراسي. وقد تلاءمت هذه الحيوانات مع الحياة في البحر (الإكصورات والبليصورات) وفي الجو (الزواحف المجتحة) وعلى اليابسة، حيث بلغت أحجاماً هائلة (الألوصور اللحم والأباتوصور العاشب). وفي سنة ١٨٢٢، وجدت في الطبقات الجوراسية في منطقة ساسكس الإنجليزية عظام أحد أول الدينوصورات المكتشفة في العالم، وهو الإجواندون. وقد وجدت أيضاً بقايا مستحفزة لأقدم طائر معروف، هو الطائر الأولي ذو الأستنان، في صخور من العصر الجوراسي. أما الثدييات التي تطوّرت في نهاية العصر الترياسي السابق فبقت صغيرة وشبيهة بالقوارض، فيما ازدهرت الدينوصورات طوال العصر الجوراسي.

العصر الطباشيري (Cretaceous Period)

العصر الطباشيري هو آخر فترة زمنية من الدهر الوسيط، ويمتد بين حوالي ١٤٤ مليون و ٦٥ مليون سنة خلت. ويشير اسم هذا العصر إلى وفرة الطبقات الطباشيرية المرشبة في القسم الأخير من هذا العصر في إنجلترا وفرنسا، والتي أصبحت مكتشفة اليوم في عدة أماكن مثل دوفر. في أوروبا وأميركا الشمالية، يقسم الجيولوجيون العصر إلى طباشيري باكرو وطباشيري متأخر.

في بداية الدهر الوسيط، كانت جميع القارئات ملتصقة في كتلة قارية واحدة هي البانجيا. وقد أدى انقسام البانجيا في الدهر الوسيط الباكر إلى خلق قارنتين عظيمتين: لوراسيا المؤلفة من القارئات الشمالية الحالية، وجوندوانالاند المؤلفة من القارئات الجنوبية الحالية. ويفصل بين هاتين القارنتين بحر واسع، هو بحر تيثيس الذي يشكل البحر المتوسط الحالي بقية متقلصة منه.

وفي العصر الطباشيري، انفصلت الصفائح القارية الأفريقية عن جوندوانالاند وزاحت باتجاه الشمال، ما عرض الترسيبات في بحر تيثيس إلى انضغاطات

شديدة، وأدى إلى تكوين أساس جبال الألب الأوروبية. وفي وقت لاحق، انزلقت الصفائح الأفريقية تحت الصفائح اللوراسية، مطلقاً بذلك النشاط البركاني الذي يستمر اليوم في إيطاليا وصقلية. وفي الوقت نفسه، اتسع المحيط الأطلسي الجنوبي الحديث التكوين بفعل تمدد قاع البحر على طول سلسلة جبال وسط الأطلسي، ما وشع الفرجة بين أفريقيا وأميركا الجنوبية. وإلى الشرق، انفصلت الهند عن جوندوانالاند، وزاحت شمالاً حتى صدمت الرسابات في بحر تيثيس الشرقي، وكوّنت منها سلاسل جبلية ممتدة بال طول، هي أساس جبال الهيمالايا الحالية. أما قارة القطب الجنوبي وأستراليا فبقيتا معاً، وزاحتا باتجاه الجنوب الغربي.

وقد ولدت حركة أميركا الشمالية المستمرة باتجاه الغرب قوى مكونة للجبال بلغت ذروتها في رفع الجبال الصخرية وجبال سييرا نيفادا في كاليفورنيا. وقطعت جبال الروكي (الجبال الصخرية) في ارتفاعها تصريف بحر الطباشيري المتأخر إلى الغرب، ما حول القسم الأكبر من داخل أميركا الشمالية الغربي إلى مستنقع كبير. أما في الشرق، فقد شكلت الرسابات الناتجة عن حث جبال الأبالاش، السهل الساحلي الأطلسي.

في الطباشيري المتأخر، ارتفع مستوى البحر في جميع أنحاء العالم، فغطت المياه ثلث مساحة اليابسة الحالية. وقد سمح ذلك للتيارات المحيطية بتوزيع حرارة الشمس بشكل أوسع باتجاه القطبين، ما خلق مناخاً لطيفاً ودافئاً في جميع أنحاء الأرض، وجعل القطبين خاليين من الجليد، وجعل درجة حرارة المياه القطبية الشمالية تبلغ ١٤ ° مئوية أو أكثر. وفي هذا المناخ، كان باستطاعة الزواحف المتغيرة الحرارة أن تعيش وتتكاثر حتى في المناطق القريبة من القطب الشمالي. وتشبه السرخسيات والسيكاسيات المستحفزة، التي وجدت في الصخور الطباشيرية في المناطق القطبية الشمالية، النباتات التي تنمو اليوم في غابات المطر شبه الاستوائية. وفي الطباشيري المتأخر، كانت النباتات قد اتخذت مظهرها حديثاً، وتضمنت الكثير من أجناس الأشجار الحالية مثل البلوط أو السنديان والزّان والقيقب.

وبالرغم من هذا المناخ اللطيف، حدث الكثير من الإنقراضات الواسعة النطاق بين الحيوانات، في أواخر العصر الطباشيري. فقد انقرضت خمس مجموعات من الزواحف الكبيرة التي كانت سائدة من قبل، هي الدينوصورات والزواحف المجتحة والإكصورات والبليصورات والموساصورات. وتقول نظرية حديثة إن مذنباً أو كويكباً صغيراً قد اصطدم بالأرض منذ ٦٥ مليون سنة، وأطلق كمية هائلة من الغبار في الجو أدت إلى خفض كمية الأشعة الشمسية الساقطة على الأرض، وخفض درجات الحرارة في كافة أنحاء العالم، ما قضى إلى حد بعيد على الطحالب والنباتات والحيوانات الصغيرة التي اقتصت بها الزواحف الكبيرة.

العصر الحديث الأسبق (أو باليوسين) (Paleocene Epoch)

العصر الحديث الأسبق هو أول وأقصر الأقسام الخمسة التي تشكل العصر الثالث من الدهر الحديث في جدول الأزمنة الجيولوجية. ويمتد هذا العصر (أو



كتلة من الحجر الكلسي «صخرة جبل طارق» التي تكوّنت تحت المحيط في العصر الجيولوجي الترياسي. ظهرت الكتلة فوق سطح البحر بعلو ٢٧٠ متراً بفعل التغيرات في القشرة الأرضية.

الحيوانات صغير الحجم بشكل لافت، مقارنةً بالأشكال الحالية. فلم يتجاوز علو الحصان الأول ٣٠ سنتيمتراً، وكان يحمل ثلاث أصابع في قدميه الخلفيتين وأربع أصابع في قدميه الأماميتين. وكانت لوحم ذلك العصر، المعروفة بذوات الأسنان، الجذل الذي تطوّرت منه في ما بعد الكلاب والستوريات الحالية. وشهد القسم الأخير من العصر الحديث السابق أول تلاؤم للتدنيات على الحياة في البحر. وقد وُجدت عظام مستحفرة لحيوان شبيه بالحوث من العصر الحديث السابق في جنوب الولايات المتحدة ومصر وأوروبا. وقد تجاوز طول أكبر هذه الحيوانات ١٥ متراً، لكنّها لم تكن كبيرة بما فيه الكفاية لتنجو من أسماك القرش، التي كان لبعض أنواعها في ذلك الزمان فكّان يصل عرضهما إلى ١,٨ متر.

العصر الحديث اللاحق، أو العصر الصخري (Oligocene Epoch)

العصر الحديث السابق هو القسم الثالث من العصر التلي في الدهر الحديث، ويمتدّ من حوالي ٣٨ مليون إلى ٢٤ مليون سنة خلت. على غرار العصر الحديث السابق، الذي سبقه، والعصر التلي الأوسط الذي تلاه، تمّ تحديد العصر الحديث اللاحق وفقاً للنسبة المئوية لأنواع المحار الحديثة (١٠٪ - ١٥٪) الموجودة في الطبقات العائدة لهذا الزمن.

الأيّ الهيمالاي. وفي الوقت نفسه، تدفّقت كمّيات هائلة من البازلت فوق سهول شمال شرق الهند ترافقت مع التحام شبه القارة الهندية الحديثة التكوين بآسيا، بعد انفصالها عن أفريقيا في العصر الطباشيري. وفي نصف الكرة الجنوبي، انفصلت أخيراً قارة القطب الجنوبي عن أستراليا، وزاحت القارتان بعيداً الواحدة عن الأخرى، بعد انفصالهما ككتلة واحدة عن جوندوانالاند في الدهر الوسيط. وفي العصر الحديث السابق، ساد مناخ شبه إستوائي ورطب على كافة أنحاء أميركا الشمالية وأوروبا. وفي الولايات المتحدة، عاشت أشجار النخيل والتماسيح حتى داكوتا في الشمال، في حين أنّ غابات المناطق المعتدلة غطت المناطق القريبة من القطب الشمالي في جرينلاند وسيبيريا، وقد طغت فيها أشجار الشوكية^(٧) الجبارة والأشجار المعيلة الأوراق مثل الزان والكستناء والدردار. وفي ألاسكا، انتشرت في هذا المناخ الحار السيكاسيات^(٨) وأشجار المغنولية^(٩) والتين.

واستمرّ التطوّر السريع الذي جاء برتب جديدة من الثدييات والذي كان قد بدأ في العصر الحديث الأسبق (أو الباليوسين). وظهرت أشكال سلفية من الحصان ووحيد القرن والحمل وغيرها من المجموعات الحديثة، مثل الخفافيش والرئيسات والقوارض الشبيهة بالسناجب، في أوروبا وأميركا الشمالية في وقت واحد. وكان الكثير من هذه

مليون سنة خلت. وعلى غرار العصر الحديث الأسبق، الذي سبقه، والعصر الحديث اللاحق، الذي تلاه، تمّ تحديد العصر الحديث الأسبق في القرن التاسع عشر على يد الجيولوجي البريطاني السير شارلز لايل، استناداً إلى النسبة المئوية من أنواع المحار الحديثة الموجودة في الطبقات الصخرية العائدة للعصر الحديث السابق.

في نصف الكرة الغربي، شهد العصر الحديث السابق التطور النهائي لتكوّن السلاسل الجبلية الكبيرة التي تمتدّ شمالاً وجنوباً على طول الجزء الغربي من الأميركتين. وفي غرب الولايات المتحدة، تراكت رسابات شبيهة بالصلصال في بحيرات العصر الحديث السابق الواسعة، ثمّ ضغطت في وقت لاحق لتشكيل تراكمات الزيت الحجريّ القيمة في وايومينج وكولورادو ويوتا. وفي الوقت نفسه، استمرت القارة العظمى السابقة لوراسيا بالإنشقاق، وبدأ اتساع قاع البحر بشكل جذّي على طول الجزء الشمالي من سلسلة جبال وسط الأطلسي، ما دفع جرينلاند باتجاه الغرب بعيداً عن شمال أوروبا، وأطلق سيلان مجارٍ ضخمة من الحمم البازلية؛ ويمكننا أن نرى بقايا هذه الحمم في إيرلندا واسكوتلندا وإيسلندا وجرينلاند.

إنّ القوى المكوّنة للجبال والمولدة بفعل التصادمات القارّة، التي بدأت في نهاية الدهر الوسيط، قد بلغت ذروتها في رفع النظام الجبلي

الحين) من حوالي ٦٥ مليون إلى ٥٥ مليون سنة خلت. وقد تمّ تحديده، مثل الأحيان التي تلتها، استناداً إلى النسبة المئوية لأنواع المحار الحالية الموجودة في السجل الأحفوري.

ويشكّل العصر الحديث الأسبق المرحلة النهائية لتفكّك القارة العظمى القديمة بانجيا، التي بدأت بالإنقسام في أوائل الدهر الوسيط. وقد أدّت في النهاية حركة الصفائح التكتونية إلى فصل قارة القطب الجنوبي عن أستراليا؛ وفي نصف الكرة الشمالي، أدّى اتساع قاع شمال الأطلسي إلى فصل جرينلاند عن أميركا الشمالية. بعدما انقرضت الدينصورات في نهاية العصر الطباشيري، بدأت الثدييات تبسط سيطرتها على الأرض. وفي مقدّم هذه الثدييات البدائية نجد الجرايئات، وآكلات الحشرات، وأنشابه اللّيمور، واللواحم ذوات الأسنان (حيوانات لاحمة هي سواك جميع الستوريات والكلاب)، وذوات الحوافر البدائية التي تطوّرت منها، في ما بعد، مجموعات منوعة جداً مثل الحيات وحيوانات وحيد القرن والخنازير والجمال.

العصر الحديث السابق، أو العصر الفجري (Eocene Epoch)

العصر الحديث السابق هو القسم الثاني من العصر التلي في الدهر الحديث في جدول الأزمنة الجيولوجية، ويمتدّ من حوالي ٥٥ مليون إلى ٣٨

(٧) أشجار شوكية: شجر حرجي من الفصيلة الصنوبرية يكثر في كاليفورنيا ويبلغ طوله في كثير من الأحيان ١٠٠ متر.

(٨) السيكاسيات: نبتة من فصيلة عاربات البذور شبيهة بالنخل.

(٩) أشجار مغنولية: نوع من النيات جميل الورق والزهر.

السيزموسوروس *Seismosaurus*: أحد أكبر الدينصورات المعروفة. يُعتقد أنّ طولهُ كان يصل إلى ٤٥ م، وأنّه كان يقتات على النباتات فقط. أبرز أعدائه الدينصورات الآكلة للحم مثل تلك المنتمية لفصيلة التيرانوسوروس *Tyrannosaurus*. وقد انقرضت كلّ الدينصورات منذ ٦٥ مليون سنة، ولا يعلم العلماء السبب على وجه التحديد. فبعضهم يعتقد أنّ كويكباً اصطدم بالأرض وأشعل حرائق في مختلف أنحاء العالم، وأنّ الغبار الناجم عن الاصطدام، والدخان الناجم عن الحرائق شكّلا طبقة في الجوّ عزلت ضوء الشمس، فانخفضت درجات الحرارة على الكوكب وماتت النباتات التي كانت تقتات عليها الدينصورات.

الدينصورات (حيوانات ما قبل التاريخ)

والإيجواندون *Iguanodon* في بريطانيا. وقد دلّت أشكال العظام إلى أنّ هذين الحيوانين كانا كبيرين جداً ويعيشان على اليابسة. وقد دلّت أسنان الميجالوسوروس المحددة والمستنّة إلى أنّ هذا الحيوان كان آكلًا للحم؛ فيما أشارت أسنان الإيجواندون المسطّحة إلى أنّ الحيوان كان يقتات على النباتات. وقد عاش الميجالوسوروس خلال العصر الجوراسي، والإيجواندون خلال العصر الطباشيري المتأخّر. ولاحقاً خلال القرن التاسع عشر، درس علماء الحياة القديمة المزيد من هياكل الدينصورين العظمية، بعد اكتشاف بقايا أكثر اكتمالاً في ولاية نيوجيرسي الأميركية. ومن خلال الاكتشافات الجديدة، تمكّنوا من تحديد أنّ هذين الدينصورين كانا يعيشان على قدمين وليس أربع، كما كان الاعتقاد سائداً قبل ذلك. وفي أواخر القرن التاسع عشر وبدايات القرن العشرين، تطوّر علم الحياة القديمة فتوسّع البحث عن بقايا هذه الحيوانات حول العالم، فاكثفت أنواع جديدة من الدينصورات. وفي الوقت الحاضر، عرف العلماء حوالي ٣٠٠ نوع مختلف من الدينصورات، وقد تمّ تحديدها من بقايا عظمية وُجدت على كلّ القارّات، إضافة إلى جزر جرينلاند ومالاجاسي (مدغشقر) ونيوزيلندا.

أصل الدينصورات

يعود أقدم دليل معروف على وجود الدينصور إلى حوالي ٢٣٠ مليون سنة خلت، ويضمّ أنواعاً بدائية من عظام الحوض وطيريات الحوض. ويشير هذا الدليل إلى أنّ أقدم الدينصورات ظهرت منذ ٢٤٠ مليون سنة خلت، ولم يتجاوز طولها ٥,٥ م، واقتاتت على الحيوانات الصغيرة والنباتات الطرية. فالبيورابتور *Eoraptor* كان بطول متر واحد، وهو من أقدم عظاميات الحوض وكانت له جمجمة بدائية. أمّا الهيرياسوروس *Herrerasaurus*، فكان بطول ٣ م ووزنه ٢٥٠ كغ، وهو من عظاميات الحوض الآكلة للحم، لكنّ حوضه كان بدائياً.

الموطن

كانت البيئة على وجه الأرض في زمن الدينصورات مختلفة تماماً عما هي عليه اليوم.

الدينصورات زواحف منقرضة عاشت بين ٢٣٠ مليون سنة و٦٥ مليون سنة خلت. وقد ظهر تعبير الدينصور، لأوّل مرّة، في العام ١٨٤٢ على يد عالم التشريح البريطاني السير ريتشارد أوين. والتعبير مشتقّ من كلمتين يونانيتين: دينوس *Deinos*، وتعني هائلاً أو رهيباً، وسوروس *Sauros*، وتعني عظاءة^(١). وخلال أكثر من ١٤٠ مليون سنة، سادت الدينصورات على غيرها من حيوانات الأرض. وقد ميّز أوين الدينصورات عن سائر زواحف ما قبل التاريخ، كون أقدامها كانت منتصبة بدلاً من أن تكون ممتددة؛ وكون الحوض، أو عظم الورك، كان مدعوماً بثلاث فقرات من العمود الفقريّ أو أكثر. وتقسّم الدينصورات إلى رتبتين: عظاميات الحوض *Saurischia* وطيريات الحوض *Ornithischia*. وما يزال الكثير من عظام الدينصورات محفوظة في ترسبات تعود إلى الدهر الوسيط (الميسوزوي)، المعروف أيضاً بزمن الحيوانات الوسطى أو زمن الزواحف. وينقسم الدهر إلى ثلاثة عصور: الترياسي بين ٢٤٠ مليون سنة إلى ٢٠٨ ملايين سنة خلت، والجوراسي بين ٢٠٨ ملايين سنة و١٤٤ مليون سنة خلت، والطباشيري بين ١٤٤ مليون سنة و٦٥ مليون سنة خلت.

تعود أقدم إشارات التاريخ المعروفة إلى عظام الدينصورات، إلى القرن الخامس قبل الميلاد. فبعض العلماء يعتقد أنّ المؤرّخ اليوناني هيرودوتس كان يشير إلى هياكل وبيض دينصورية متحجرة، حين تحدّث عن مشاهدته حيوانات الجريفين *Griffin* - وهي وحوش أسطورية كان يُعتقد أنّها مزيج من الثور والأسود - تحرس أعشاشاً في آسيا الوسطى. ويُعتقد أنّ إشارة نصّ صينيّ يعود إلى القرن الثالث بعد الميلاد إلى «عظام الثّانين»، هي في الواقع إشارة إلى عظام الدينصورات.

بدأ علماء الحياة القديمة *Paleontologists* بدراسة عظام الدينصورات، لأوّل مرّة، في بداية القرن التاسع عشر بمُعيد اكتشاف عظام ناقصة لدينصور الميجالوسوروس *Megalosaurus*

فاليوم كان أقصر ممّا هو عليه حالياً بدقائق عدّة، وذلك لأنّ تأثير جاذبية الشمس والقمر على الأرض قد أبطأ حركة كوكبنا منذ زمن الدينصورات إلى اليوم. ولم تكن أشعة الشمس بالقوّة التي هي عليها اليوم، فالعلماء يعتقدون أنّ الشمس قد ازدادت توجّهاً مع مرور الوقت. ومن الخصائص البيئية الأخرى، ما يمكن رده إلى اعتبارات لها علاقة بغلاف الأرض الجويّ. فثاني أكسيد الكربون، وهو غاز يحجز حرارة الشمس داخل الغلاف الجويّ في ما يسمّى ظاهرة الدفينة *Greenhouse Effect*، كان متوافراً في الهواء بأضعاف مضاعفة خلال زمن الدينصورات مقارنة بما هو عليه اليوم. ولذلك، كانت درجات الحرارة على سطح الأرض أعلى ممّا هي عليه اليوم، بحيث لم تتشكّل طبقات جليدية قطبية.

وكان توزّع القارّات والمحيطات مختلفاً جداً آنذاك. ففي بداية زمن الدينصورات، كانت القارّات مندمجة في قارّة عملاقة تسمّى بانجيا، ويعني اسمها «كلّ اليابسة»، فيما كانت

الحيوانات تشكّل محيطاً واحداً شامعاً يسمى بانتالاسا، أي «كلّ البحار». ومنذ حوالي ٢٠٠ مليون سنة، دفعت حركات قشرة الأرض القارّة العملاقة إلى التفكك إلى كتلتين، شمالية وجنوبية، ما لبثتا أن تفككتا بدورهما إلى القارّات التي نعرفها اليوم مع نهاية زمن الدينوصورات.

نتيجة لتحركات قشرة الأرض، كانت الأراضي الواقعة عند خطّ الاستواء أقلّ بكثير ممّا هي عليه اليوم؛ وكانت مجملها صحاريّ نتجت عن المناخ الدافئ التاجم عن ظاهرة الدفئة. ولم تكن المناطق المدارية بيئة غنيّة، كما هي اليوم. ولذلك يعتقد أنّ النباتات والحيوانات ازدهرت في المناطق المعتدلة شماليّ خطّ الاستواء وجنوبه.

وأبرز الفروقات بين بيئة عصر الدينوصورات والبيئة اليوم، اختلاف الكائنات الحيّة. فخلال الدهر الوسيط (الميسوزوي)، كان عدد أنواع الحيوانات والنباتات أقلّ من نصف العدد المعروف حالياً. فالأدغال والأشجار كانت المصدر الرئيسيّ لطعام الدينوصورات، بدلاً من الأعشاب التي يراها معظم حيوانات اليوم. وعلى الرغم من ظهور نباتات مزهرة خلال زمن الدينوصورات، لم يحمل إلا القليل منها ثماراً.

وكانت عمليات الاستقلاب^(٢) Metabolism أبطأ لدى حيوانات ذلك الزمن، كما أنّ أدمغة هذه الحيوانات كانت أصغر حجماً، ما يوحي بأنّ الحياة

كانت بطيئة وأنماط حيوات الحيوانات كانت بدائية. وقد ظهرت أولى الحيوانات النشطة - كالتمل والزنابير والعصافير والثدييات - في زمن الدينوصورات، لكنها لم تكن منتشرة بوفرة كما هو الوضع اليوم.

الدينوصورات عظائية الحوض

تميّزت الدينوصورات عظائية الحوض بحوضها البدائي المؤلف من عظمتين، تمتدّ كلّ واحدة منهما من أحد الوركين إلى أسفل من الخلف. وكان تركيب الحوض شبيهاً له في زواحف بدائية أخرى، لكنّ الدينوصورات عظائية الحوض امتازت على هذه الزواحف بمودها الفقري الصلب وعدم وجود مخالب على الأصابع الخارجية الأمامية وطرفين أماميين أقصر بكثير من الطرفين الخلفيتين.

ثنائيات القدم Theropods

كانت جميع ثنائيات القدم تقريباً آكلات للحوم. وامتازت هذه الحيوانات بأنّها كانت تمشي على القدمين الخلفيتين. وبلغ طول بعضها ١٢ م ووزنها ٥ أطنان، لا سيّما التيرانوسوروس ريكس Tyrannosaurus Rex الذي عاش في العصر الطباشيريّ. وفي ثنائيات القدم العملاقة، كان الفكّ والأسنان مهيباً لتمزيق الضحايا. وتظهر آثار الأقدام المحفوظة في الأحافير أنّ ثنائيات القدم كانت تجري بسرعة أكبر من الدينوصورات آكلة النباتات، كما أنّها

كانت أكثر تصميمياً في سيرها. وكان بعض ثنائيات القدم كالكومبسوجناثوس Compsognathus أصغر حجماً وأكثر رشاقة وبنيته شبيهة ببنية الطيور سريعة الجري المعاصرة كالجواب^(٣) Roadrunner. وكان الرأس في هذه الحيوانات نحيلاً ومزوداً بمنقار أحياناً كثيرة، ما يدلّ إلى أنّ هذه الحيوانات اقتاتت على الحيوانات الصغيرة كالعظاءات والدينوصورات الصغيرة. وكان لبعضها أدمغة شبيهة بأدمغة الدجاج والأبوسوم^(٤) في عصرنا الحاضر.

وحملت حيوانات أخرى من ثنائيات القدم، واسمها الكواسر Raptors، مخالب قويّة كمخالب الثسر على أطرافها الأربعة، واستخدمت أذيالها اللينة للحفاظ على توازنها أثناء التفافها حول نفسها. ويُعتقد أنّ هذه الحيوانات كانت تصطاد ضمن مجموعات. ويعتقد الكثير من علماء الحياة القديمة أنّ الطيور نشأت من ثنائيات القدم الصغيرة والبدائية نفسها التي تعتبر أسلافاً للكواسر. وقدم لهذه النظرية الدعم، اكتشاف عشّ لثنائيات القدم المعروف بالأوفيراكتور Oviraptor في صحراء جوبي. وقد وُجدت في العشّ أوفيراكتور أنثى متحجرة جالسة على حوالي ١٥ بيضة، وتشبه في جلستها هذه جلسات الطيور المعاصرة على بيوضها.

الدينوصورات طيريات الحوض

في طيريات الحوض البدائية، كانت البنية العظميّة

التأزلة من الخلف على كل طرف من طرفي الورك، مؤلفة من عظمتين، فدا الورك شبيهاً بورك الطيور. وكانت طيريات الحوض الأولى الآكلة للنباتات تمشي على قدمين بطول متر واحد تقريباً.

الانقراض

لا يتفق العلماء على سبب انقراض الدينوصورات. فأحدى النظريات تقول إنّ الدينوصورات زالت من الوجود بسبب تغييرات بيئية نتجت عن اختفاء البحار الضحلة من على وجه القارّات مع نهاية زمن الدينوصورات. ويرى أصحاب هذه النظرية أنّ أعداد الدينوصورات وأنواعها تضاءلت مع مرور ملايين السنوات.

وتفترض نظرية أخرى أنّ كويكباً أو مذنباً اصطدم بالأرض، فدمّر بيئة الكوكب وسبب انقراض الدينوصورات. وقد اكتشف العلماء فوهة مطمورة ناتجة عن اصطدام كويكب أو مذنب بالأرض، وذلك في شبه جزيرة يوكاتان في المكسيك. وقد وجدوا أيضاً رذاذاً ناتجاً عن هذا الاصطدام في مناطق مختلفة من أميركا الشمالية ومناطق أخرى من العالم. ومع تحليل هذه الفوهة والرذاذ بطريقة القياس الإشعاعيّ Radiometry، ومقارنة المعلومات بالأحافير الدينوصورية وإحضار هذه الأخيرة للقياس الإشعاعيّ، وجد العلماء أنّ الاصطدام وانقراض الدينوصورات حصل في الزمن نفسه تقريباً.

(٢) الإستقلاب: مجموع العمليات الكيميائية التي تحدث داخل الكائنات الحيّة ويتحوّل بموجبها الطّعام إلى طاقة.

(٣) الجواب: طائر أميركي سريع.

(٤) الأبوسوم: حيوان أميركي من فصيلة الجرذان الجرابية يتظاهر بالموت حين يهدق خطر الموت به.



زمن الثدييات

سيطرت الثدييات على الأرض بعد انقراض الدينصورات وغيرها من الزواحف الضخمة، عند حلول نهاية الدهر الوسيط (الميسوزوي). فالدهر الحديث (السينوزوي) الذي ساد بعد الدهر الوسيط يُعرف بزمن الثدييات. وقد بدأ منذ ٦٥ مليون سنة وما يزال مستمرًا.

خلال بداية الدهر الحديث، كانت الظروف على الأرض مناسبة للتطور السريع للكثير من أنواع الثدييات. فقد نشأت مواطن جديدة لهذه الحيوانات مع بروز الجبال وجفاف المستنقعات في الأراضي المنخفضة. وبفضل دمائها الدافئة والشعر الذي يغطي أجسامها، تمكنت الثدييات من التأقلم بسهولة أكبر، مقارنةً بسائر الحيوانات مع المناخ البارد نسبيًا والجاف الذي ساد بداية الدهر الحديث.

تطور المشيميات^(٥) كانت المشيميات الأولى حيوانات صغيرة اقتاتت على الحشرات بشكل رئيسي. وقد نشأت من هذه الحيوانات، المشيميات الأكبر حجمًا الآكلة للنباتات واللحوم.

وقد ظهر أسلاف الكثير من المشيميات المعاصرة في بداية الدهر الحديث، لكنها كانت أصغر حجمًا نسبيًا. فالحصان الأول، الإيوهيبوس Eohippus، والجمل الأول البروتيلوبوس Protylopus، كانا بحجم الثعلب. وكان الماياميس Miacis، أحد أسلاف الكلب والهرّة والذئب، بحجم ابن عرس. أما المويرثيريوم Moeritherium، أحد

الدينصورات المهمة، فخلال أواخر القرن التاسع عشر، استكشف عالم الحياة القديمة أوثنيل تشارلز مارش وفريقه، غربي الولايات المتحدة، بحثًا عن بقايا دينصورية. وقد اكتشف مارش وزملاؤه الكثير من الأجناس التي أصبحت شهيرة حتى بين الناس العاديين، مثل الستيجوسوروس Stegosaurus والترابيسيراتوبس Triceratops. وفي بداية القرن العشرين، اكتشف بارنوم براون وتشارلز سترنبرج وأبناء هذا الأخير، أن المنطقة المعروفة اليوم باسم حديقة الدينصور الإقليمية في ولاية ألبرتا الكندية، هي أغنى مناطق العالم بالبقايا الدينصورية. وقد غطى المحسن أندرو كارنيجي تكاليف التنقيب عن بقايا دينصورية في المقلع الجوراسي في ولاية يوتا الأميركية، والذي تحول إلى المتعلم الوطني للدينصورات. وبدءًا من العام ١٩٢٢، قاد روي شامبان أندروز أكثر من فريق إلى منجوليا، فاکشفوا بيوضاً دينصورية. ولاحقاً، اكتشف عالم الجسيمات الفيزيائية الحائز على جائزة نوبل لويس ألفاريز وابنه الجيولوجي والتر ألفاريز، الدليل على اصطدام كويكب أو نيزك بالأرض في الفترة نفسها التي اقرضت فيها الدينصورات. ومن بين العلماء غير الأميركيين، عالم الحياة القديمة الألماني ورنر جاتينش الذي قاد، بدءاً من العام ١٩٠٩، عمليات بحث منظمة عن بقايا الدينصورات في أفريقيا الشرقية الألمانية (المعروفة اليوم بتانزانيا)، حيث اكتشف بقايا كاملة للدينصور العملاق المعروف بالبراكيوسوروس Brachiosaurus.

الحفاظ على البقايا من الضّرر. ولم يتمكن العلماء من التعرف بشكل كامل إلا على ١٠٪ فقط من أنواع الدينصورات التي عاشت يوماً على وجه الأرض، وذلك من بين حوالي ٣٠٠٠ عينة تم جمعها إلى اليوم، وحوالي ٥٠ هيكلًا عظميًا كاملاً من بين ٣٠٠ نوع مكتشف من أنواع الدينصورات.

وتدلّ أشكال عظام الدينصورات على كيفية تعامل هذه الحيوانات مع بعضها البعض، وعلى شكل الجسم ووزنه وتوضعه. وتدلّ أضلاع العظام والفجوات فيها على قوة العضلات وتكيفها، فيما تدلّ حلقات العظام على سرعة النمو. وتدلّ العظام المريضة أو المكسورة أو المقضومة، على الأخطار التي تعرضت لها الدينصورات. وتدلّ تجويفات العظام على شكل الدماغ والحبل الشوكي والأوعية الدموية. وتدلّ العظيّمات Ossicles الحشاشة في الجمجمة على شكل العين ويؤبؤها. ويدلّ تركيب الجمجمة والمحتويات المتحركة لمنطقة البطن، على عادات الحيوان الغذائية.

وما يزال بعض الجزئيات العضوية محفوظة في العظام بكميات ضئيلة جداً. ومن دراسة نظائر الذرات داخل هذه الجزئيات، يحدّد العلماء أنماط انتقال الحرارة داخل جسم الدينصور، ونوعية الطعام الذي كان يتناوله، والمياه التي كان يشربها. وتدلّ انطباعات في الترسبات على بنية الجلد وشكل القدم، فيما تدلّ آثار الأقدام على سرعة الدينصور وعاداته في التنقل. وقد اكتشف الأميركيون الكثير من الأحافير

ويعتقد أنّ الحرائق التي نتجت عن الاصطدام، أنهت غابات أميركا الشمالية والجنوبية؛ والدليل على ذلك كميات الرماد الكبيرة العائدة إلى تلك الفترة والتي وجدت بكثرة في القارتين. ويعتقد أنّ الغبار الناتج عن الاصطدام حجب ضوء الشمس في سائر أنحاء الأرض لشهور عدّة؛ وأنّ الكبريت الحارق الناتج عن الصدمة وبخار المياه والكلورين الناتجين عن المحيطات، تجتمعت في الغلاف الجوي لتَهبط على شكل مطر حمضي. وأغلب الظنّ أنّ احتجاب ضوء الشمس والمطر الحمضي أوقفا نمو النباتات، فماتت الدينصورات الآكلة للنبات من الجوع، وتلتها الدينصورات الآكلة للحم المعتمدة عليها مصدراً للغذاء. أما الحيوانات الأخرى، كالضفادع والعقائد والسلاحف الآكلة للحشرات والثدييات، فاستمرت كلها، لأنّها كانت تعتمد في غذائها على حيوانات آكلة للموادّ النباتية المتحللة. ويؤكد استمرار وجود هذه الحيوانات أنّ معظم سطح الأرض لم يتجمّد بفعل احتجاب ضوء الشمس.

دراسة الدينصورات

توجد بقايا الدينصورات، غالباً، مدفونة في ترسبات على اليابسة، وتكثر في المناطق حيث ترسبات الغرين الحشن (الطيني) والرمال الناتجة عن أنهار الدهر الوسيط (الميسوزوي) تكون مكشوفة. ويسهل اكتشاف البقايا في المناطق الوعرة الجرداء حيث الترسبات غير مغطاة بالتربة. ويتضمن البحث والتنقيب عن البقايا الكبيرة، وسائل مضيئة تهدف إلى

(٥) المشيمة: غشاء الجنين الذي يخرج معه بعد الولادة.

جيرا فوكريكس Giraffokeryx حيوان لبون عاش في العصر الثلاثي الأوسط أو الميوسين



فيناكودوس Phenacodus حيوان لبون عاش في العصر الحديث اللاحق (الأوليغوسين)



أوليغوكيفوس Oligokyphus حيوان لبون عاش في العصر الجوراسي



سينتيتوسيراس Synthetoceras حيوان لبون عاش في العصر الحديث القريب أو البليوسين





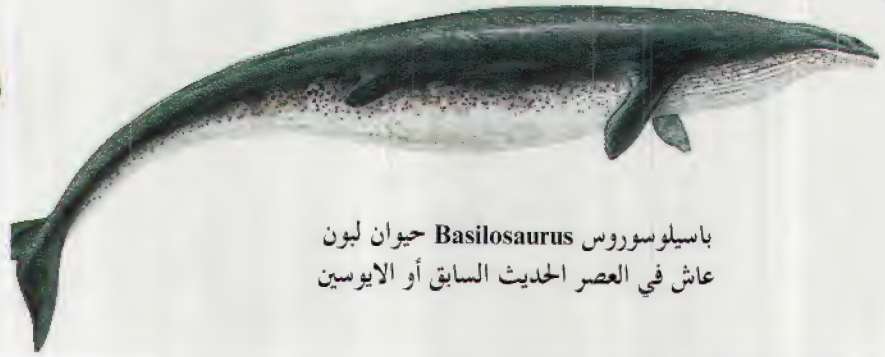
بروتيلاسينوس Prothylacynus حيوان لبون
عاش في العصر الثلثي الأوسط أو الميوسين



الماموث Mammuthus Trogontherii حيوان لبون عاش في العصر البليستوسين



ماستودونسوروس Mastodonsaurus حيوان من الزواحف عاش في العصر الترياسي



باسيلوسوروس Basilosaurus حيوان لبون
عاش في العصر الحديث السابق أو الايوسين



فيلوسيراپتور Velociraptor دينصور من آكلة اللحوم، عاش في العصر الطباشيري

أسلاف الفيل، فكان بحجم الخنزير ولم يكن له خرطوم أو أنياب. ومن الثدييات التي عاشت خلال بدايات الدهر الحديث، أسلاف القروء والقوارض والسناجب والفقران والقنادس.

مع حلول منتصف الدهر الحديث (السينوزوي)، كان الكثير من سلاسل الجبال قد أزيلت عوامل التعرية، ما رَسَبَ تربة فوفية غنية في السهول المجاورة. ونمت أنواع جديدة من الأعشاب في السهول الخصبة، فتكاثرت في تلك البيئة أسلاف الحيوانات ذات الحوافر كالخصان والغزال والخنزير والحمل. وكبرت أحجام هذه الحيوانات مع الوقت، مثلاً، كان سلف الحصان بحجم المعزة. ومع تزايد أعداد ذات الحوافر، تأقن المزيد من الفرائس للحيوانات المفترسة، وأبرزها في ذلك الوقت الهررة ذات الأسنان المسننة التي كان واحدها يحمل نابين بارزين مثل سيفين بطول ٢٠ سم يستعملهما في قتل الضحية. وفي آسيا وأفريقيا، تطوّر بعض القروء إلى قروء أكبر حجماً. وتضاعفت أنواع وأعداد القوارض، فأصبحت هذه الحيوانات أهم الثدييات على وجه الأرض في ذلك الوقت.

ولاحقاً، برد المناخ وبدأ الزمن الجليدي، وذلك منذ مليوني سنة، واستمر حتى ١٠,٠٠٠ سنة خلت. وخلال الزمن الجليدي، تقدّمت الأنهار الجليدية، وتراجعت عدّة مرات على مناطق شاسعة على وجه الأرض، وظهرت حيوانات الماموث الضخمة وثقيلة الحركة وحيوانات وحيد القرن المكسوّة بالصوف. وقد ساعدت هذه الحيوانات على العيش في المناخ البارد، جلودها السمكية المغطاة بالفرو.

ومع تراجع الأنهار الجليدية لآخر مرة منذ حوالي ١٠,٠٠٠ سنة، كانت أنواع عدّة من ثدييات ما قبل

التاريخ قد انقرضت. وأهم هذه الحيوانات أسلاف الكسلان وحيوانات الماموث والهررة ذات الأسنان المسننة ووحيد القرن المكسو بالصوف.

توزّع الثدييات: منذ حوالي ٢٥٠ مليون سنة، كانت القارّات قد تقاربت في قارّة عملاقة واحدة. ومنذ حوالي ٢٠٠ مليون سنة، بدأت هذه الكتلة الضخمة بالتفكك مجدداً إلى قارّات منفصلة تباعدت ببطء حتى استقرت في أمتنتها الحالية. وقد نشأت المشيميات في الأجزاء الشمالية من القارّة العملاقة، ولم تصل إلّا أعداد قليلة من هذه الحيوانات إلى استراليا وأميركا الجنوبية، عندما انفصلت هاتان القارّتان عن القارّة العملاقة. ولذلك، تطوّرت الجرايات إلى أنواع عدّة في استراليا وأميركا الجنوبية، كونها لم تجد منافسة على الطعام وأماكن الإقامة، من المشيميات الأكثر تطوّراً منها. أمّا في القارّات الأخرى، فقد انقرضت الجرايات بسبب المنافسة الشديدة من المشيميات.

وقد تطوّرت أنواع كثيرة من جرايات ما قبل التاريخ إلى أشكال شبيهة بمشيميات معينة. ففي استراليا، نجد حالياً الأيوسوم الشبيه بالقوارض والوميت الشبيه بالخنزير والغفريت التامسماني الشبيه بالذئب. ويشبه الكنغر السريع الجري المشيميات ذات الحافر التي عاشت سابقاً في سهول أميركا الشمالية. وقد شابه نوع من الجرايات التي عاشت سابقاً في أميركا الجنوبية، الهرّ ذا الأسنان المسننة.

دراسة حيوانات ما قبل التاريخ

يدرس علماء الحياة القديمة (الباليونتولوجيون) حيوانات ما قبل التاريخ، بتفحص الأحافير التي تُعدّ سجلاً لتاريخ الحياة النباتية والحيوانية على وجه

الأرض. ويقدم هؤلاء العلماء العون للعلماء الآخرين في دراستهم البيئات التي عاشت فيها حيوانات ما قبل التاريخ.

تفسير دلائل الأحافير: لم تحفظ حيوانات ما قبل التاريخ بشكل كامل إلّا في حالات نادرة. فالأحافير تضم عظاماً أو أسناناً أو أصدافاً، وهي أعضاء تتحلل ببطء، مقارنةً بالجلود والعضلات وسائر الأعضاء الطرية. لكنّ العلماء قادرون على استنتاج الكثير عن حيوانات ما قبل التاريخ، بدراسة الأجزاء المحفوظة من هذه الحيوانات.

فالعلماء يتبنون استنتاجاتهم عبر مقارنة الأحافير بالحيوانات الحية. فهم يقدّرون شكل وحجم الحيوان المحفوظة عظامه في أحفورة، بمقارنة عظامه بعظام حيوان قريب منه. وتساعد هذه المقارنة العلماء على معرفة سبل عيش حيوان ما قبل التاريخ. فحيوان ذو عظم ساق طويل كان يجري بسرعة، وحيوان ذو عظام ساقية قصيرة وقوية كان يحفر الأرض بحثاً عن الطعام. وتدلّ الأسنان الحادة إلى أنّ صاحبها كان حيواناً آكلًا للحم، بينما الحيوان ذو الأسنان الكليّة (غير الحادة) كان حيواناً آكلًا للنبات.

وتشير حيوانات تسمى أحافير حيّة، إلى بنية وأسلوب حياة الحيوانات المنقرضة. فالأحفورة الحيّة حيوان حيّ مرتبط ارتباطاً وثيقاً بحيوان منقرض. ومن الأمثلة الكويلاكانت Coelacanth، وهو ضرب من الأسماك مفضضة الزعانف تعيش في السواحل الجنوبية الشرقية لأفريقيا، وهي لم تتغيّر كثيراً عنها في عصور ما قبل التاريخ.

وقد خلّف بعض مجموعات حيوانات ما قبل التاريخ، أنواعاً بعيدة كل البعد عنها. فالعصافير أقرب

الحيوانات المعروفة اليوم إلى الدينصورات لناعية بنية العظام.

التطوّر والانقراض: تقدّم دراسة حيوانات ما قبل التاريخ دلائل تدعم نظرية النشوء والتطوّر التي تقول إنّ جميع الكائنات الحية تطوّرت ببطء من كائنات أبسط منها، وإنّ الكائنات تتغيّر استجابةً لتغيّر البيئة - أي إنّها تطوّر صفات خاصة تزيد من قدرتها على التأقلم مع الظروف الجديدة.

ومع نشوء حيوانات في أزمنة ما قبل التاريخ، انقرضت أخرى. وقد حصلت موجات انقراض كثيفة في فترات عدّة. فالبرمائيات الضخمة انقرضت مع نهاية العصر الترياسي، وانقرضت الدينصورات وغيرها من الزواحف العملاقة مع نهاية الدهر الوسيط (الميسوزوي)، بينما انقرض الكثير من حيوانات الزمن الجليدي منذ حوالي ١٠,٠٠٠ سنة.

وقد اختلف العلماء حول أسباب انقراض حيوانات ما قبل التاريخ؛ فبعضهم يرى أنّ أحداثاً مفاجئة، كاصطدام كويكب بالأرض، خلّفت موجات انقراض واسعة، لكنّ بعضهم الآخر يرى أنّ هذه النظرية لا تفسّر انقراض بعض الحيوانات دون البعض الآخر، وأنّ أسباب الانقراض اختلفت من مجموعة حيوانية إلى أخرى. فانهخفاض درجات الحرارة ربما لم يلائم بعض المجموعات الحيوانية، كما أنّ مجموعة حيوانية معينة قد فشلت في منافسة مجموعة أخرى على مصادر الطعام؛ ومجموعة ثالثة قضى عليها المرض. وهكذا باختصار، يرى هؤلاء العلماء أنّ الحيوانات التي لا تتأقلم مع تغيّر الظروف البيئية تنقرض، وأنّ الأنواع المنقرضة أكثر بكثير من تلك المستمرة إلى اليوم.

دوليكوسوما Dolichosoma حيوان من الزواحف عاش في العصر الكربوني



ديميلوس Dimylus حيوان لبون عاش في العصر الثلاثي الأوسط أو الميوسين



ديمترودون Dimetrodon حيوان من الزواحف عاش في العصر البرمي



بلاكودوس Placodus حيوان من الزواحف عاش في العصر الترياسي





التيرانوسوروس ريكس: Tyrannosaurus Rex: يعني اسمه باللاتينية العظاءة - الطاغية الملك. دينصور كبير كان يمشي على قدمين ويقنات على اللحم، وينتمي إلى فصيلة العظاءات الطاغية Tyrannosauridae التي عاش أفرادها في أواخر الدهر الوسيط (الميسوزوي). كان يبلغ طوله ١٢م

وارتفاعه ٦م ويزيد وزنه عن ٥ أطنان، وكانت بُنيته تساعد

على افتراس الدينصورات الضخمة الأكلة للنباتات

التي كانت تعيش على أيامه منذ ٧٠ مليون سنة.

فجمجمته الطويلة كانت مزودة بفكين

قويين يحملان أسناناً مزدوجة

التسنين، وصل طول

بعضها إلى ١٥ سم.

وكان طرفاه الأماميان قصيرين وغير متناسقين مع جسمه الضخم، لكن كل طرف حمل مخليين حاذين. أما طرفاه الخلفيان القويان فحمل أحدهما ثلاثة مخالب حادة مشيرة إلى الأمام وحاضرة لتمزيق اللحم، ومخالباً رابعاً مشيراً إلى الخلف. وتدلّ الأحافير التي اكتشفت في أميركا الشمالية (في ولايتي مونتانا وساوث داكوتا) وفي منجوليا، وذلك في طبقات العصر الطباشيري الأعلى، إلى أن هذا الدينصور وُجد وانقرض خلال بضعة ملايين من السنوات، ما يعتبر فترة قصيرة نسبياً في سلم الزمن الجيولوجي.

الستيراكوسوروس: Styracosaurus: دينصور من أكلة النباتات، مزود بقرون، ذو جسم معتدل الحجم بطول ٥,٥م.

وإضافة إلى القرن المنحني الطويل، كان الحيوان يحمل ستة نتوءات حول عنقه.

وكان هدب العنق مزوداً بفتحتين كبيرتين يغطيهما الجلد، ويُعتقد أن دورهما كان تخفيف وزن الدينصور.

وقد عاش هذا الحيوان خلال العصر الطباشيري المتأخر أي منذ ٨٥ مليون سنة. ويعني اسمه العظاءة الشبيهة بجذع الشجرة.





سميلودون Smilodon حيوان لبون عاش في العصر البليستوسين



تريادوباتراشوس Triadobatrachus حيوان برماني عاش في العصر الترياسي



ميسوسوروس Mesosaurus حيوان من الزواحف عاش في العصر البرمي



باشيرينوسوروس Pachyrhinosaurus دينصور من آكلة النباتات، عاش في العصر الطباشيري



پتيرانودون Pteranodon حيوان من الزواحف عاش في العصر الترياسي



پلوراكانتوس Pleuracanthus من الأسماك التي عاشت في العصر الكربوني



إيوجيرينوس Eogyrinus حيوان برماني عاش في العصر الكربوني



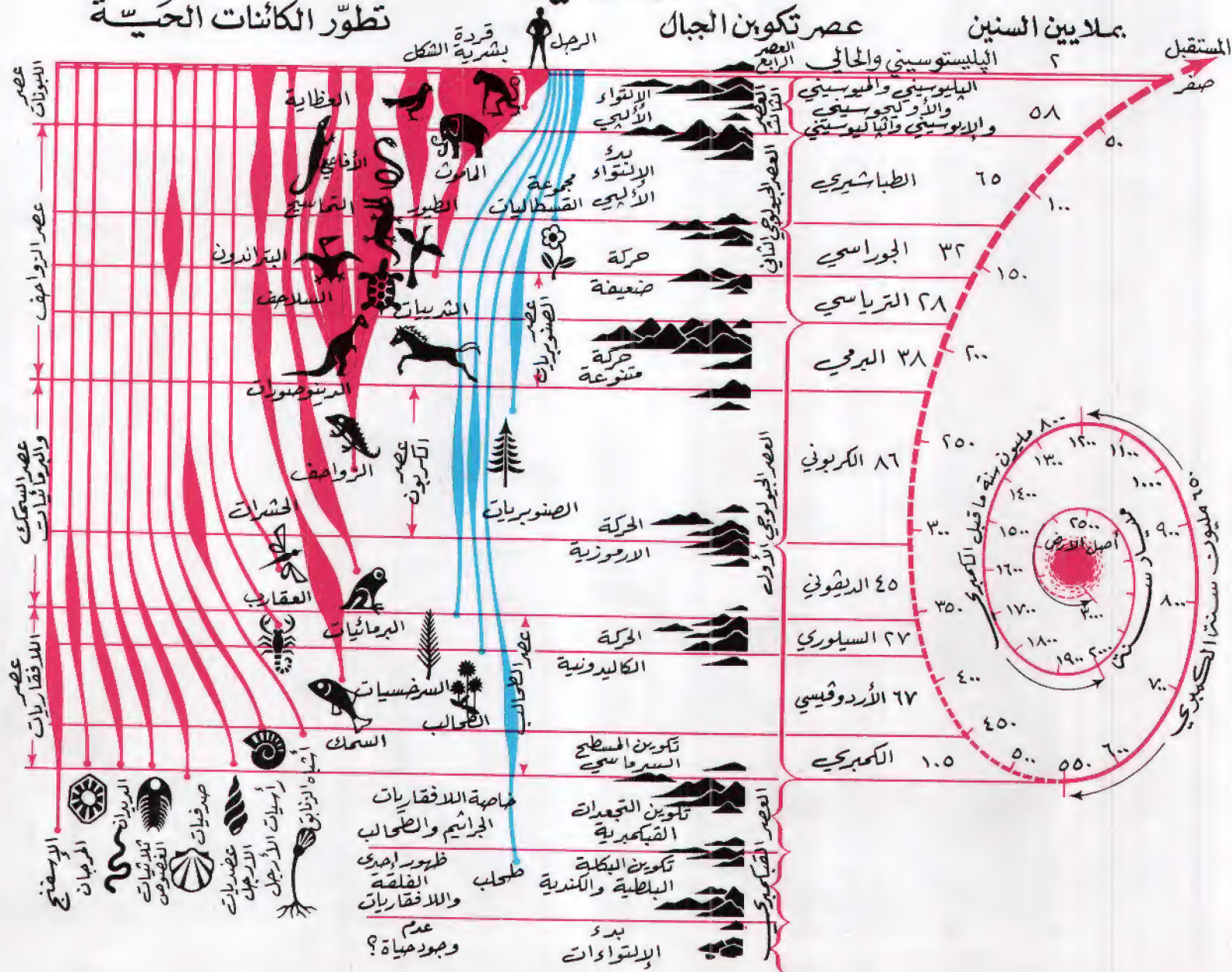
سوروكتونوس Sauroctonus حيوان من الزواحف عاش في العصر البرمي

جدول الأزمنة الجيولوجية

الدهر	العصر	الحدود الزمنية التقريبية	الحياة التي ظهرت للمرة الأولى
الحديث (السينوزوي)	الرابع	الحين الحالي الحديث الأقرب (البليستوسين)	الانسان
	الثالثي	الحديث القريب (البليوسين) الأوسط (المبوسين) الحديث اللاحق (الأوليغوسين) الحديث السابق (الايوسين) الحديث الأمتيق (الباليوسين)	الثدييات العاشية واللاحمة
الوسط (الميسوزوي)	الطباشيري	١٤٤٠٠٠٠٠٠	الرئيسات - النباتات المزهرة
	الجوراسي الترياسي	٢٠٨٠٠٠٠٠٠ ٢٤٠٠٠٠٠٠٠	الطيور الدينصورات - الثدييات
القديم (الباليوزوي)	البرمي	٢٩٠٠٠٠٠٠٠	الزواحف
	الكربوني الديفوني السيلوري الأردوفيسي الكمبري	٣٣٠٠٠٠٠٠٠ ٣٦٠٠٠٠٠٠٠ ٤٠٨٠٠٠٠٠٠ ٤٣٥٠٠٠٠٠٠ ٥٠٠٠٠٠٠٠٠ ٥٧٠٠٠٠٠٠٠	غابات السرخس البرمائيات - الحشرات النباتات الأرضية الوعائية الأسماك - الحيتات المحار - ثلاثيات الفصوص
الكمبري	٧٠٠٠٠٠٠٠٠	١٥٠٠٠٠٠٠٠ ٣٥٠٠٠٠٠٠٠ ٤٦٥٠٠٠٠٠٠ وأكثر	الطحالب الخلايا الحقيقية النواة الخلايا البدائية النواة

التسلسل الجيولوجي

تطوّر الكائنات الحيّة



الجيولوجيا

استمرت التصادمات بين صفائح القشرة الأرضية بالقوة نفسها منذ العصر الحديث السابق. وفي نصف الكرة الشرقي، اصطدمت البقايا الأفريقية - العربية والهندية من القارة العظمى السابقة جوندوانالاند بأوراسيا في الشمال، فأغلقت الطرف الشرقي من بحر تيثيس مخلقة مكانه بقية صغيرة، هي البحر المتوسط. وساهمت قوى التضغوط الناتجة عن التصادم في رفع نظام واسع من السلاسل الجبلية، من الألب في الغرب إلى الهيمالايا في الشرق. وفي الوقت نفسه، اصطدمت الصفائح الأسترالية بالصفائح الأندونيسية، وبدأت الصفائح الشمالية أمريكية باعتلاء صفائح الهادي. ونتيجة ذلك، حوّلت عملية توسع قاع البحر التي تنشأ من سلسلة جبال شرق الهادي إلى اتجاه متعاقد مع محور السلسلة. ونشأ صدع تحولي كبير - هو صدع سان أندرياس في كاليفورنيا، الذي يتسبب بالزلازل - للتكيف مع هذا الانحراف في الحركة بين الصفائحيتين. ومن الآثار الأخرى الناتجة عن الإصطدام، تشكل البنية الحوضية والجبلية لجنوب غرب الولايات المتحدة، والإرتفاع المتواصل للسيرا نيفادا، وطفوخ كمية هائلة من الحمم البازلتية، التي شكلت تدرجياً هضبة كولومبيا. وبقي المناخ في هذا الحين شبه استوائي ورطباً في كافة أنحاء أميركا الشمالية وأوروبا، لكن الاتجاه إلى ابتعاد تدرجتي وطويل الأمد كان قد بدأ، وسوف يبلغ ذروته في العصور الجليدية في العصر الحديث الأقرب.

الحياة

ترسخت سيادة الثدييات في العصر الحديث

اللاحق على أشكال الحياة البرية. واستمر الحصان، الذي نشأ في أميركا الشمالية، بالتطور في تلك المنطقة. وسكنت ثلاث مجموعات من وحيد القرن العالم القديم والعالم الجديد على حد سواء: مجموعة، أصبحت منقرضة اليوم، اشتملت على البولوشيتريوم الذي عاش في وسط آسيا وبلغ ارتفاعه ٥,٥ أمتار وطوله ٧,٦ أمتار، وهو أكبر حيوان ثديي عرفته الأرض؛ وعمارة ثديية منقرضة، هي التيتثيريات الشبيهة بوحيد القرن، التي كانت تضم البرونتوتريوم وهو أكبر حيوان برّي في أميركا الشمالية في ذلك الزمن، إذ وصل ارتفاعه عند الكتف إلى ٢,٤م؛ ومجموعة الشاليكوتيريات، في أميركا الشمالية وآسيا، التي تميزت بجمجمة شبيهة بالحصان وجسم شبيه بالجمل ومخالب رفيعة وطويلة.

إنقرضت جمال العصر الحديث اللاحق، التي كانت بحجم الخروف، في أميركا الشمالية؛ لكن بعضها هاجر إلى أميركا الجنوبية مع البرّي والتابير (شبيهة بالخنزير). وفي غضون ذلك، رعت قطعان كبيرة من الأوربودون (من سلالة الجمل وشبيهة بالخنزير) في سهول أميركا الشمالية، وكذلك فعلت ذوات الأسنان الداخلية («خنزير» عملاقة ذات أصابع متوازية) التي ظهرت أصلاً في هذه القارة؛ وقد انقرضت المجموعتان في العصر الثلثي الأوسط. وكانت الفيلة الأولى حيوانات نصف مائية قصيرة عديمة الأنياب والخرطوم، وقد نشأ منها في أفريقيا المشتودون (حيوان بائد شبيه بالفيل) الذي لم يكن ارتفاعه قد تجاوز بعد ١,٥ م. وكانت اللواحم ذوات الأسنان قد تشعبت لتشكّل الكلاب والسنوريات؛ وانقسمت السنوريات إلى مجموعتين، تطوّرت من إحداهما السنوريات المسيفة الأسنان. وتمثّلت

القوارض أيضاً بأنواع كثيرة في ذلك العصر، وشملت الرئيسات حيوانات الترسير والليمور. وأخيراً، وجدت في الطبقات العائدة للعصر الحديث اللاحق، عظام لسعادين العالم القديم الأولى، إضافة إلى نوع واحد من القردة الكبيرة.

العصر الثلثي الأوسط، أو الميوسين (Miocene Epoch)

العصر الثلثي الأوسط هو القسم الرابع من العصر الثلثي في الدهر الحديث، ويمتد من ٢٤ إلى ٥ ملايين سنة حلت.

إن ارتفاع السلاسل الجبلية الكبيرة، الذي بدأ نتيجة لتصادم صفائح القشرة الأرضية في العصر الحديث اللاحق، استمر بالقوة نفسها في العصر الثلثي الأوسط. والسلاسل الجبلية الرئيسية التي استمرت في الإرتفاع هي جبال الألب في أوروبا والهيمالايا في آسيا والسلاسل الجبلية في الأميركتين. وقد تراكت الرسابات المنحثة من سفوح بعض هذه السلاسل الجبلية في أحواض بحرية ضحلة، أصبحت في ما بعد الأحواض الغنية بالنفط التي نجدها في كاليفورنيا ورومانيا وعلى الشاطئ الغربي لبحر قزوين.

كان مناخ العصر الثلثي الأوسط أبرد من مناخ العصر السابق. وقد ترسخت نظام من التيارات المحيطية الجارية حول الأرض في نصف الكرة الجنوبي، وأدى إلى قطع قارة القطب الجنوبي عن التيارات الدافئة الجارية في باقي أنحاء العالم. وقد عزّز ذلك تشكل صفحة كبيرة من الجليد فوق قارة القطب الجنوبي. وفي نصف الكرة الشمالي، تحوّلت مساحات شاسعة من الأرض كانت مغطاة في السابق بالغابات الكثيفة إلى مروج عشبية. واشتملت حيوانات

العصر الثلثي الأوسط على عدد من الثدييات، منها وحيد القرن والجمل والقط والحصان. وظهر في هذا الزمن المستودون والزاكون وابن عرس. وعاشت في هذا الحين قردة كبيرة، قريبة لإنسان الغاب، في آسيا والجزء الجنوبي من أوروبا؛ وهذه القردة هي أقرب حيوانات العصر الثلثي الأوسط للقردة الشبيهة بالإنسان، التي ظهرت للمرة الأولى في العصر الحديث القريب (الپليوسين).

العصر الحديث القريب، أو الپليوسين (Pliocene Epoch)

العصر الحديث القريب هو خامس وأحدث قسم من العصر الثلثي في الدهر الحديث في جدول الأزمنة الجيولوجية، ويمتد من ٥ ملايين إلى ١,٦ مليون سنة حلت. على غرار العصر الثلثي الأوسط، الذي سبقه، تمّ تحديد العصر الحديث القريب وتسميته على يد الجيولوجي البريطاني السير شارلز لايل، استناداً إلى النسبة المئوية لأنواع الحمار الحديثة الموجودة في السجل الأحفوري. في غرب أميركا الشمالية، ساهم انغراز حافة صفائح الهادي، التكتونية في رفع السيرا نيفادا وسلسلة الكاسكاد البركانية. وفي أوروبا، استمرت جبال الألب بالإرتفاع مع تغصن القشرة عبر شقّة واسعة جداً من القارة، بفعل حركة الصفائح التكتونية.

وأصبح المناخ أبرد وأجفّ مع اقتراب عصور الجليد في العصر (أو الحين) الحديث القريب. وكانت الثدييات قد أصبحت منذ زمن بعيد شكل الحياة المسيطر على اليابسة؛ وأدى التطور السريع الذي عرفته مجموعة الرئيسات إلى ظهور أنواع تعتبر السوالف المباشرة للإنسان الحديث Homo Sapiens.

الألتش، أكبر نهر جليدي في الألب: يقع نهر الألتش الجليدي في سويسرا، في جبال فينستيرار. والألتش نهر جليدي من النوع الذي له وادٍ مركّب، أي أنه مؤلف من ملتي أنهار عدة جليدية لها وادٍ واحد (وهي أنهار جليدية لها بدن وحيد يجري من حوض التجميع، تحت الجزء العلوي من الوادي). يصل طول الألتش إلى أكثر من ٢٠ كم، وهو يغطي مساحة تزيد عن ١٠٠ كم^٢.



نشوء القارات

پانجيا

پانجيا (من اليونانية Pangaia بمعنى «كل الأرض») هي القارة الأولية الافتراضية التي اقترحها الأرصادي الألماني ألفرد فيجنر في العام ١٩١٢ كجزء من نظرية زحزحة القارات التي جاء بها. وتنص هذه النظرية على أن پانجيا تكوّنت من السيل الفازي (قشرة سطحية جرانيتية) الذي توازنه من الناحية التضاعطية، طبقة من المادة الصخرية الكثيفة (بزلت) تُعرف بالسيما، وتشكل الجزء العلوي من غلاف الأرض.

ويفترض فيجنر أن القارة الأولية غطت نصف سطح الأرض تقريباً وأحاط بها محيط عالمي يُعرف بالپانتالاسا. وفي أواخر العصر الترياسي (٢٤٠ مليون إلى ٢٠٨ ملايين سنة خلت) بدأت پانجيا بالتكسر، وانقسمت إلى قارة لوراسيا (المكوّنة من جميع القارات الشمالية الحالية) وقارة جوندوانالاند (جميع القارات الجنوبية الحالية). وابتعدت القارتان تدريجياً الواحدة عن الأخرى، ما أدى إلى تشكّل المحيط الأطلسي.

ويُفسّر اليوم انقسام پانجيا بتكتونية الصفائح. وتنص هذه النظرية على أن قشرة الأرض الخارجية (أو الغلاف اليابس) تتألف من صفائح كبيرة صلبة تتحرك نسبة لبعضها البعض وتتفاعل عند حافاتها، حيث تتباعد أو تقارب أو تنزلق الواحدة بمحاذاة الأخرى فتتجاوزها. وانقسمت پانجيا عند خط التباعد بين صفيحتين ونشأ صدع تحت القارة. ومع ابتعاد قسمي القارة الواحد عن الآخر، ارتفعت المادة الصخرية المصهورة من طبقة الوهن الواقعة تحت قشرة الأرض لتملأ الفراغ، فتكوّن بذلك قاع حوض المحيط الأطلسي الجديد.

لوراسيا

لوراسيا هي كتلة قارية افتراضية في نصف الكرة الشمالية ضمت أميركا الشمالية وأوروبا وآسيا (باستثناء شبه الجزيرة الهندية). وقد افترض وجودها الجيولوجي الجنوبي إفريقي ألكسندر دو توا في كتاب «قارتنا المرتحلة» (١٩٣٧)، وهو صياغة جديدة لنظرية زحزحة القارات التي تقدّم بها الأرصادي الألماني ألفرد فيجنر.

وقد افترض فيجنر وجود قارة عظمى واحدة هي الپانجيا، بينما نصّت نظرية دو توا على وجود كتلتين قاريتين كبيرتين: لوراسيا في الشمال وجوندوانالاند في الجنوب، ويفصل بينهما محيط يُعرف بتيثيس. ويُعتقد أن لوراسيا قد تجزّأت إلى القارات الحالية في الدهر الوسيط (من حوالي ٢٤٥ مليون إلى ٦٦,٤ مليون سنة خلت).

جوندوانالاند

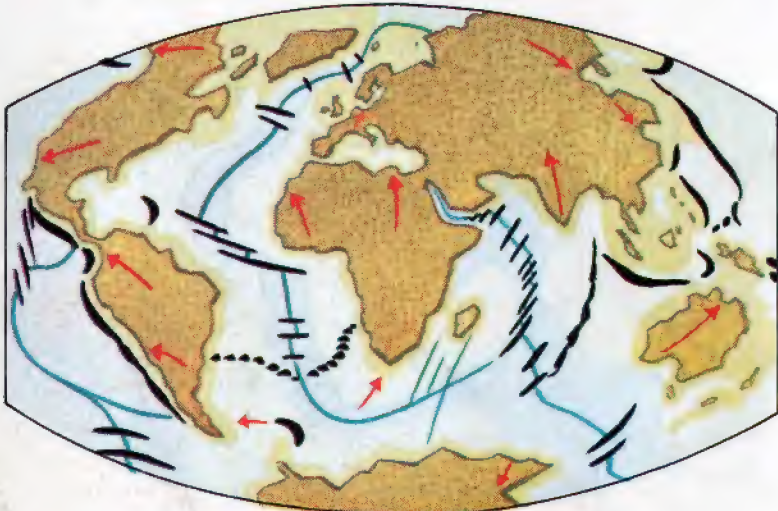
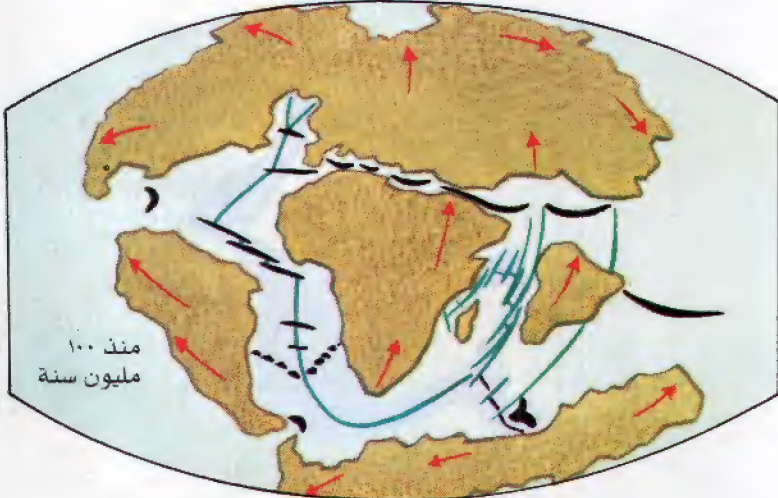
جوندوانالاند هي كتلة قارية قديمة، تألفت من قارات أميركا الجنوبية وأفريقيا وأستراليا وantarctica الحالية إضافة إلى شبه الجزيرة الهندية. ويُعتقد أن جوندوانالاند قد وُجدت على هذا الشكل مرتين على الأقل: منذ حوالي ٣٥٠ مليون سنة ومنذ حوالي ٢٠٠ مليون سنة. وبين هاتين الفترتين، شكّلت على الأرجح القارات السبع الحالية كتلة قارية واحدة تُعرف بالپانجيا.

وكان الجيولوجي النمساوي إدوارد سويس أول من تقدّم، في سنة ١٨٨٥، بالفكرة القائلة إن القارات الجنوبية قد شكّلت في وقت من الأوقات قارة عظمى. فقد لاحظ أن القارات الجنوبية الأربع تحمل جميعها تراكمات جليدية متشابهة وأحافير، تعود إلى نهاية العصر الكربوني وبداية العصر البرمي (حوالي ٢٩٠ مليون سنة خلت). ولا نجد هذه التراكمات الجليدية والأحافير في القارات الشمالية. وقد أطلق على هذه الكتلة القارية القديمة اسم جوندوانالاند نسبة لمنطقة في وسط الهند، تظهر فيها المعالم الجيولوجية النموذجية المميّزة للعصرين البرمي والكربوني.

كانت أستراليا في ما مضى جزءاً من الكتلة القارية الضخمة جوندوانالاند، التي شكّلت قبل ذلك جزءاً من القارة العظمى پانجيا. ويعود القسم الأكبر من تاريخ أستراليا الجيولوجي إلى عهد قديم جداً؛ ويتراوح عمر أقدم التكوينات الصخرية المعروفة بين ٣ بلايين و٤,٣ بلايين سنة.

وتمتدّ الهضبة الكبيرة الواقعة في غرب أستراليا فوق ترس مستقرّ شاسع مكوّن من الصخور البركانية والمتحوّلة البكمبرية، التي يتراوح عمرها بين ٥٧٠ مليون سنة و٣ بلايين سنة. وتشكّل هذه الصخور قلب القارة القديمة، التي انفصلت مع قارة القطب الجنوبي عن جوندوانالاند خلال

العصر الجوراسي، منذ أقل من ٢٠٠ مليون سنة، وبدأت تزيح باتجاه الشرق؛ وبدأت أستراليا تتخذ شكلها الحالي في العصر الفجري (الحديث الأسبق)، منذ حوالي ٥٠ مليون سنة، عندما انفصلت عنها قارة القطب الجنوبي وزاحت باتجاه الجنوب. وقد تراكمت الصخور الرسوبية السمكية التي تشكّل السلسلة القاسمة الكبيرة في قيعاء هائلة ذات اتجاه شمالي جنوبي، خلال فترة غطّت معظم الدهر القديم (٥٧٠ مليون إلى ٢٢٥ مليون سنة خلت).



الصفائح التكتونية



تكتونية الصفائح

تكتونية الصفائح نظرية تفسر أصل معظم المعالم الكبرى على سطح الأرض. فعلى سبيل المثال، تفسر هذه النظرية سبب ظهور معظم البراكين في أماكن دون غيرها، وسبب وجود سلاسل جبال عالية وخنادق عميقة في المحيطات، وطريقة تكون الجبال.

وتقول هذه النظرية إنَّ للأرض قشرة خارجية، مكونة من حوالي ٣٠ قطعة صلبة تُعرف بالصفائح التكتونية. وبعض هذه الصفائح ضخمة جداً؛ فمعظم المحيط الهادئ، مثلاً، يغطي صفيحة واحدة.

تتحرك الصفائح على طبقة من الصخر ساخنة جداً، بحيث أنها تسيل بالرغم من بقائها صلبة. وتتحرك الصفائح ببطء شديد، الواحدة بالنسبة إلى الأخرى. وتتحرك بسرعات قد تصل إلى حوالي ١٠ سنتيمترات في السنة.

تتحرك الصفائح منذ مئات ملايين السنين. لذا، فبالرغم من سرعاتها المنخفضة جداً، قطع بعضها مسافات شاسعة. والحقيقة هي أنَّ حركة الصفائح قد غيرت وجه الأرض إلى حد بعيد، طوال مئات ملايين السنين الماضية. وقد وجد علماء الأرض أنه، قبل حوالي ٢٠٠ مليون سنة، شكَّلت جميع القارات الحالية قارة واحدة كبرى تُعرف بالبانجيا.

بنية الصفائح التكتونية

تتكون الصفائح التكتونية من قشرة الأرض والجزء الخارجي من الغلاف. والقشرة هي الطبقة الخارجية من الأرض، وهي صخرية التكوين وقليلة السكك. ويشكل كل الأرض اليابسة وقاع المحيطات وأحواض

ومجاري كافة الأجسام المائية على سطح الأرض، جزءاً من القشرة. أما الغلاف فهو طبقة سميكة من الصخر الحار، ممتدة تحت القشرة وفوق النواة (كرة كثيفة في وسط الأرض). تتشكل القارات جزءاً من أعلى الصفائح، لذا فعندما تتحرك الصفائح، تتحرك القارات معها. وليس للصفائح التي تحمل القارات الحدود نفسها التي للقارات؛ فهي تشمل القارات وقاع المحيط على حد سواء.

يبلغ سمك الصفائح نموذجياً حوالي ١٠٠ كيلومتر. ولكن سمكها لا يتجاوز ٨ كيلومترات في بعض الأماكن من قاع المحيط، ويقف ٢٠٠ كيلومتر تحت بعض أجزاء من القارات.

وتتشكل الصفائح بمجملها غلاف الأرض اليابس، أو القشرة الأرضية. وتُعرف طبقة الغلاف، الممتدة تحت الصفائح مباشرة، بطبقة الوهن. وتتراوح درجة حرارة الصخر في هذه الطبقة بين ١٣٠٠° و ٢٠٠٠° مئوية.

التفاعلات بين الصفائح

مع تحرك الصفائح التكتونية فوق منطقة الوهن، تتفاعل الواحدة مع الأخرى عند الحدود التي تفصل بينها. ونجد ثلاثة أنواع من الحدود: (١) المتباعدة، حيث تتباعد الصفائح الواحدة عن الأخرى؛ (٢) المتقاربة، حيث تتحرك الصفائح الواحدة باتجاه الأخرى؛ و(٣) المتحولة، حيث تنزلق الصفائح الواحدة بمحاذاة الأخرى.

تكون حدود الصفائح المتباعدة، في معظمها، في قاع المحيطات، حيث يخلق انفصال الصفائح، أو التصدع، القشرة الأرضية. ويخلق التصدع في القارات فرجات، تجري فيها المياه لتشكيل شبكات نهريّة كبرى وبحيرات وحتى محيطات.

يؤدي انشقاق قاع المحيط إلى اتساع القاع. فالصهارة (الصخر السائل) ترتفع من منطقة الوهن، وتسدّ الفرجة بين الصفائح المتباعدة. ثم تتصلّب الصهارة مشكلة كميات متساوية من القشرة على حافتي الصفيحتين. وتُعرف عملية انفصال الصفائح وتكون قشرة جديدة، بتمدد قاع البحر. وتخلق هذه العملية نحو ٢,٤ كم^٢ من قاع المحيط، كل سنة.

ويؤدّ التراكم التدريجي للقشرة المحيطية على حدود الصفائح، سلاسل جبال طويلة تحت سطح البحر؛ ويتكوّن بعض هذه السلاسل الجبلية على طول وسط أحواض المحيطات، تُعرف بسلاسل جبال وسط المحيط. وتمتدّ إحدى هذه السلاسل المعروفة بسلسلة جبال وسط الأطلسي، من المياه شرق نيو فونلاند في كندا إلى منطقة قبالة الطرف الجنوبي لأميركا الجنوبية.

تحدث الزلازل عند سلاسل الجبال المحيطية، عندما تنزل حافة إحدى الصفائح وتحتك بحافة صفيحة مجاورة. وتقع هذه الزلازل على مسافة قصيرة تحت سطح الصفائح، ما يدلّ على أنَّ أحقّة الصفائح المتكونة حديثاً رقيقة جداً.

ويخلق انشقاق القارات بحاراً جديدة، إذ تملأ مياه المحيط الثغرة في القشرة القارية. فمنطقة البحر الأحمر، مثلاً، هي في مرحلة متقدمة من الانشقاق. وقد ملأت مياه المحيط الصدع - البحر الأحمر، الذي هو امتداد للمحيط الهندي. ولا يزال الوادي الإنكساري الشرق أفريقي، وهو جزء من الوادي الإنكساري الكبير الذي يمتدّ من أثيوبيا إلى الموزامبيق ويتصل بالبحر الأحمر، في

مرحلة مبكرة من الإنكسار. ولم تصبح الفرجة عميقة بشكل كاف لامتلاء بمياه المحيط الهندي. لكن العلماء يعتقدون أنه، بعد حوالي ٥٠ مليون سنة، قد يشق امتداد ذلك المحيط أفريقيا الجنوبية الشرقية.

حدود الصفائح المتقاربة هي أماكن تُدعّر فيها اليابسة التي تتكوّن عند الحدود المتباعدة، عن طريق انصهارها من جديد في الغلاف. عند الحدود المتقاربة، تغوص حافة إحدى الصفائح وتنزل تحت حافة الصفيحة المجاورة. وتُعرف هذه العملية بالإنغراز. ويمكن أن تخلق الصفيحة الغائصة أحادي محيطية عميقة، حيث تدخل في منطقة الوهن. ونظراً إلى أنَّ حجم الأرض يبقى على حاله، فإنّ العلماء يعتقدون أنَّ مناطق الإنغراز تستهلك القدر نفسه من قشرة المحيط الذي تخلقه سلاسل الجبال المحيطية.

وتسبب الصفائح المنغززة زلازل عنيفة، وتولّد عادة خطأً من البراكين على طول حدود الصفيحة العليا. ويتشكل البركان عندما تنفجر الصهارة والغازات الحارة والنشاطات الصخرية مندفعة خارج السطح. وتخلق مناطق الإنغراز الصهارة، على عمق ١٢٠ كيلومتراً تقريباً، بإذابة ثلاثة أنواع من المواد: القشرة المحيطية في أعلى الصفيحة النازلة، والرسابات المحيطية الموجودة على أعماق كبيرة، ومنطقة الوهن المحجوزة في الزاوية بين الصفيحتين المتقاربتين.

وعند بعض حدود الصفائح المتقاربة، تكسّط^(١) الصفيحة التي تركب على الأخرى، كتلة سميكة

(١) كشط الشيء: رفع عنه شيئاً قد غشاه.

من الصخور الرسوبية عن الصفيحة النازلة. وتضيف هذه العملية كمية من المادة إلى حافة الصفيحة العليا. ففي كاليفورنيا، مثلاً، كوّنت هذه العملية المعروفة بالتنامي الإنغرازي، أو الإزداد الإنغرازي، جزءاً كبيراً من سلاسل الجبال الساحلية.

وعند حدود صفائح متقاربة أخرى، تختفي حافة الصفيحة النازلة وكل ما يغطيها من صخور رسوبية وحتى قطع من حافة الصفيحة العلوية، تحت الصفيحة العلوية. وتؤدي هذه العملية المعروفة بلحّت الإنغرازي، إلى تقلص القارّات. ويحدث هذا الانحسار في المحيط الهادئ، على طول سواحل البيرو والتشيلي وشرق جزر ماريان.

وعند الحدود التي تصادم على طولها الصفائح التي تحمل القارّات، تتغصن الطبقات الصخرية في الصفيحة الراكبة فوق الأخرى، وتنتهي مثل غطاء المائدة عندما يدفع فوق الطاولة فيتجمّع ويشكّل طيات. ومنذ حوالي ٤٠ مليون سنة، اصطدمت صفيحة، تشمل ما يشكل اليوم دولة الهند، بالطرف الجنوبي للصفيحة الأوراسية، التي تضم أوروبا ومعظم آسيا. وبدأت الصفيحة الهندية الأسترالية تندفع تحت الصفيحة الأوراسية، ما أدى إلى تغصن الصخور في الصفيحة الأوراسية وتشكيل طيات فيها. وبمرور ملايين السنين، تكوّنت جبال الهيمالايا، أعلى نظام جبلي في العالم.

إنّ حدود الصفائح المتحوّلة، حيث تنزلق الصفائح أفقياً، الواحدة بمحاذاة الأخرى، لا تخلق القشرة ولا تدمرها. ولكن هذه الحدود، أو الصدوع المتحوّلة، تشهد حدوث زلازل عنيفة. فعلى سبيل المثال، إنّ زلازل مدمرة وقعت في كاليفورنيا على طول أجزاء من حدود صفيحة متحوّلة تُعرف بصدع سان أندرياس.

ويشكّل صدع سان أندرياس جزءاً من الحدود بين صفيحتين كبيرتين - صفيحة أميركا الشمالية وصفيحة المحيط الهادئ. ويربط الصدع بين سلسلة جبال ممتدّة في خليج المكسيك وخذق قبالة ساحل كاليفورنيا الشمالية. وتتصل الأجزاء الواقعة غرب الصدع بصفيحة المحيط الهادئ، وتحرك معها باتجاه الشمال الغربي.

حركة الصفائح

السرعة: يقيس علماء الأرض سرعة حركة الصفائح بمراقبة سرعة تحرك كلّ صفيحة نسبةً إلى الصفيحة المجاورة لها. وتزيج الصفائح اليوم حوالي ١٠ سنتيمترات في السنة، أي بسرعة نموّ شعر الإنسان تقريباً. وقد تكون الصفائح تحركت في الماضي بسرعة ١٦ سنتيمتراً في السنة.

إنّ النمط الإجمالي لحركة الصفائح التكتونية هو توسّع المحيط الأطلسي وتقلص المحيط الهادئ. ويتوسّع الأطلسي لأنّ تمدّد قاع البحر عند سلسلة جبال وسط الأطلسي، يستمرّ في خلق القشرة الأرضية. ويتقلص الهادئ لأنّ قسماً كبيراً منه محاط بحدود صفائح متقاربة تستهلك قشرته. تتبع العلماء آثار حركات الصفائح التكتونية التي حدثت طوال ملايين السنين الماضية. ووفقاً

للوّصف المتفق عليه عموماً لحركة الصفائح، فقد شكّلت جميع القارّات قارّة واحدة هائلة تُعرف بالبانجيا. وقد أحاط بهذه الكتلة محيطٌ هائل يُعرف بالبانثالاسا.

ومنذ حوالي ٢٠٠ مليون سنة، بدأت البانجيا بالتكسّر إلى كتلتين ضخمتين، تُعرفان بجوندوانالاند ولوراسيا. ثم تكسّرت هاتان الكتلتان بدورهما إلى قارّات، زاحت شيئاً فشيئاً إلى مواقعها الحالية.

أدلة على حركة الصفائح: يجد علماء الأرض الكثير من الأدلة على حركة الصفائح عند حدود الصفائح. ويدرس هؤلاء العلماء المعالم السطحية، مثل الجبال وخذاق المحيطات، ويحقّقون في تواتر الزلازل والثورات البركانية ومواقعها.

وتشكّل البراكين التي ترتفع داخل الصفائح، أدلةً أيضاً على حركة الصفائح. ويعتبر العلماء أنّ هذه البراكين ناتجة عن عواميد حارّة جداً من مادة الغلاف، ترتفع من عمق الأرض إلى قاعدة القشرة. وتولّد هذه العواميد الصهارة التي ترتفع وتخرق القشرة، قبل أن تخرج إلى السطح في أماكن تُعرف بالنقاط الساخنة.

وعند مرور إحدى الصفائح فوق نقطة ساخنة، يمكن أن تولّد هذه النقطة سلسلة من البراكين. فعلى سبيل المثال، إنّ نقطة ساخنة تحت صفيحة المحيط الهادئ قد ولّدت البراكين التي شكّلت في ما بعد جزر هاواي.

وتقدّم دراسة المغنطيسية في الصخور القديمة، أدلةً أخرى على حركة الصفائح. وتوجد هذه الأدلة في الصخور التي تحتوي على جسيمات مغنطيسية. فعندما كانت هذه الصخور حارّة وسائلّة، كانت الجسيمات المغنطيسية تتحرّك بسرعة كبيرة، حالت دون تأثّرها بحقل الأرض المغنطيسي. ولكن، مع ابتعاد الصخور وتصلّبها، تراسفت الجسيمات مع حقل الأرض المغنطيسي، مثل إبر بوصلة صغيرة. وهكذا، فإنّ الجسيمات تستمرّ باتخاذ اتجاه الحقل المغنطيسي، الذي كان سائداً أثناء ابتعاد الصخر.

وعندما تزيح الصفيحة التي تحتوي على هذه الصخور إلى عرض جغرافيّ مختلف، أو تدور على نفسها، لا تعود الجسيمات متراسفة مع حقل الأرض المغنطيسي. وتوفّر مقارنة الاتجاه الذي تشير إليه الجسيمات حالياً مع اتجاه حقل الأرض المغنطيسي الحالي، معلومات حول موقع الصفيحة عند تصلّب الصخر.

أسباب حركة الصفائح: تزيح الصفائح التكتونية بشكل رئيسي بسبب التغيّرات في درجة الحرارة وقوّة الجاذبية. فمع ابتعاد الحافة التي تتشكّل على قاع المحيط، تنكمش الحافة وتصبح أكثر كثافة. وبعد حوالي ٢٥ مليون سنة من الابتعاد والإنكماش، تصبح الحافة كثيفة جداً بحيث أنّ الجاذبية تتمكّن من جذبها نزولاً إلى منطقة الوهن. وهناك، تقوم الحرارة الشديدة والضغط المرتفع الناتجان عن العمق، بتحويل قشرة حافة الصفيحة الغائصة إلى مادة صخرية أكثر كثافة. ونظراً إلى ارتفاع الكثافة إلى هذا الحدّ، تجذب قوّة الجاذبية حافة الصفيحة إلى منطقة الوهن بقوة أكبر.

وتُعرف هذه العملية بجذب اللوح لأنّ الحافة الغائصة تجذب وراءها باقي الصفيحة الشبيهة باللوح. ويعتبر الكثير من العلماء أنّ جذب اللوح هو الفعل الرئيسي الذي يسبّب حركة الصفائح الغائصة الأحقة.

وتؤدي قوّة الجاذبية أيضاً إلى انزلاق الصفائح بعيداً عن سلاسل الجبال المحيطية.

ونجد سبباً آخر لحركة الصفائح في دفع الصفائح الواحدة للأخرى. ويعتقد العلماء أنّ الصفائح الكبيرة هي التي تدفع الصفائح الصغيرة.

ويمكن أن يؤثّر أيضاً ارتفاع أعمدة الصخر الحارّ من الغلاف وغيره من حركات صخر الغلاف، في حركة الصفائح التكتونية إلى حدّ ما. ويُعرف دوران صخر الغلاف في صعوده إلى أعلى منطقة الوهن وابتزاده ثم غوصه من جديد، بتيّار الحمل الحراري.

وقد اعتقد علماء الأرض في الماضي أنّ تيارات الحمل الحراري هي في أساس زحزحة القارّات. لكنّ معظم علماء الأرض يعتقد اليوم أنّ هذه التيارات ناتجة بشكل رئيسي عن غوص الصفائح، وليست سبب حركة الصفائح.

الإبقاء على النشاط التكتوني: ولّد باطن الأرض ما يكفي من الطاقة الحرارية لإبقاء الكوكب ناشطاً تكتونياً منذ تكوّنه الذي يعود إلى ٤,٥ بلايين سنة على الأقل. وقد أبقت هذه الطاقة النشاط التكتوني بإبقاء منطقة الوهن طريّة جداً بحيث تستطيع القشرة الغوص فيها.

ويولّد باطن الأرض الطاقة الحرارية خصوصاً عبر الانحلال الإشعاعي للذرات في القشرة والغلاف. وفي الانحلال الإشعاعي، تطلق الذرات المشعّة جسيمات طاقية وأشعة. وتمتصّ المواد، قرب هذه الذرات، الطاقة من الجسيمات والأشعة، فتصبح حارّة أكثر.

ويتراجع إنتاج الحرارة في باطن الأرض لأنّ الانحلال يقلّ تدريجياً من عدد الذرات المشعّة. ومع تباطؤ توليد الحرارة داخل الأرض، تنخفض درجة حرارة باطن الأرض تدريجياً. وربما خلال الـ ٥ أو ١٠ بلايين سنة المقبلة، سيؤدي هذا الابتعاد إلى تصلّب منطقة الوهن بحيث تتوقّف حركة الصفائح. وبعد حدوث ذلك، تتوقّف الثورات البركانية وتصبح الزلازل قليلة الحدوث. وهكذا تصبح الأرض غير ناشطة تكتونياً.

تاريخ النظرية التكتونية

نشأت نظرية تكتونية الصفائح من نظرية زحزحة القارّات، التي تقدّم بها الأرصادي الألماني ألفرد فيجنر في العام ١٩١٢. وتقول نظرية فيجنر إنّ القارّات تتحرك على سطح الأرض. وقد فشلت هذه النظرية لماذا يبدو الساحل الشرقي لأميركا والساحل الغربي لأفريقيا وكأنّهما يركبان الواحد مع الآخر كقطعتين من أحجية الصور المقطوعة. وجاءت الأدلة على حدوث الزحزحة من وجود تراكمات صخرية معيّنة، تشير إلى أنّ القارّات قد غيّرت مواقعها بمرور الزمن. فعلى سبيل المثال، توجد تراكمات صخرية، ناتجة عن عمل أنهار الجليد التي وُجدت منذ مئات ملايين السنين، في

الهند وأستراليا وأفريقيا وأميركا الجنوبية، ما يشير إلى أنّ هذه القارّات شهدت في الماضي مناخاً بارداً جداً، وكانت ربما قرب القطب الجنوبي. وتشير أحافير من السرخس الشجري وغيرها من المعالم الإستوائية في أميركا الشمالية إلى أنّ القارّة كانت في الماضي عند خطّ الإستواء.

إلا أنّ فيجنر لم يكن متأكداً من سبب زحزحة القارّات. وأصبحت نظرية زحزحة القارّات التي جاء بها، موضوع جدل كبير بين العلماء. ثم، في عشرينات القرن العشرين، تقدّم الفيزيائي البريطاني هارولد جفريز بفكرة أنّ باطن الأرض العميق شديد جدّاً، ولا يستطيع بالتالي أن يسيل ويجري. وبنتيجة ذلك، رفض معظم العلماء نظرية فيجنر.

لكنّ الأدلة المؤيّدّة لهذه النظرية أخذت تتراكم تدريجياً. وفي أواخر الثلاثينات، أثبت الجيولوجي الأميركي دافيد جريجز أنّ الصخر الصلب ظاهرياً يمكن أن يجري ببطء عند تعرّضه لدرجات حرارة مرتفعة وضغط شديد. وفي الأربعينات والخمسينات، أظهر باحثون آخرون أنّ قاع المحيط يحتوي على كمية رسابات أقلّ ممّا قد يُتوقع، لو أنّ المحيط منخفّض دائم. فقاع البحر الثابت يجمع كمية أكبر من الرسابات الناتجة عن انحناءات القارّات. ولم يتجاوز عمر أقدم الصخور التي استطاع العلماء إيجادها في قاع البحر، الـ ١٥٠ مليون سنة.

وقد طوّر العلماء، في الخمسينات، تقنيات لدراسة مغنطيسية الصخور، سمحت لهم بتحديد مواقع القارّات منذ ملايين السنين. وفي أواخر الخمسينات، أنهى العلماء وضع الخرائط لنظام من سلاسل الجبال المحيطية، يمتدّ على مسافة ٦٠,٠٠٠ كيلومتر تقريباً ويكاد يلفّ الكوكب كلياً.

واكتشف العلماء، في نهاية الخمسينات، أنّ معظم الزلازل يحدث في سلاسل الجبال المحيطية. وفي سنة ١٩٦٠، تقدّم الجيولوجي الأميركي هاري هـ. هسّ بنظرية أصبحت تُعرف، في ما بعد، بتمدّد قاع البحر. وبعد ذلك بفترة قصيرة، اكتشف العلماء أنّ معظم الزلازل يحدث على طول خطوط متوازية مع سلاسل الجبال والخذاق الموجودة في المحيطات. وفي سنة ١٩٦٧، تقدّم الجيوفيزيائي الأميركي جايسون مورجان والجيوفيزيائي البريطاني د. ب. ماكزوي، كلّ على حدة، بفكرة أنّ سطح الأرض مؤلّف من عدد من الصفائح المنحركة. وفي السنة التالية، دمج علماء الأرض الأميركيون براين ل. إليزكس وجاك إ. أوليفر ولين ر. سايكس فكرة تمدّد قاع البحر مع النتائج الجديدة التي تمّ الحصول عليها بفضل كشف الزلازل، واقتروا النظرية القائلة إنّ صفائح صلبة من القشرة الأرضية تتحرك فوق منطقة وُهن طرية وجارية.

وفي سنة ١٩٦٩، أنهت السفينة الثقابة جلومار شالنجر أوّل رحلة علمية لها. وقد أظهرت المواد التي استخرجت من عدّة مواقع على جانبي سلسلة جبال وسط الأطلسي، أنّ عمر قشرة المحيط هو تماماً كما تنبأ به تحليل المغنطيسية القديمة وتمدّد قاع البحر.

الجبال وتضاريس قاع المحيطات التي تكوّنت بفعل تصادم الصفائح



الخنندق Trench

الخنندق انخفاض طويل وعميق في أرض المحيط. يوجد بعض الخنادق المتاخمة للقارات، وبعضها الآخر قرب السلاسل أو الجزر البركانية كجزر اليابان والفيليبين والألو شين. تنشأ الخنادق لدى تصادم الصفائح - الألواح الصخرية الضخمة الحاملة أديم الأرض - التي تتسبب الضغط في باطن الأرض بتحريك مستمر للصفائح. وأحياناً، عندما تصطدم صفيحة بأخرى، يغور أحد أطرافها تحت طرف الصفيحة المقابلة مشكلاً ما يسمى بالإنغراز Subduction، ويسمى الانخفاض الحاصل بالخنديق. ويحتمل أن تذوب الصفيحة المنغرفة لدى انخفاضها. في هذه الحال، من الممكن أن يرتفع بعض المواد الصهيرة عبر الغطاء الصخري وينفجر ليشكّل البراكين. وعادة ما تكوّن البراكين السلاسل الجبلية أو سلاسل الجزر الطويلة الممتدة بمحاذاة الخندق. تسمى أعمق نقطة أرضية بغور شالنجر Challenger Deep. وتقع في قعر خندق ماريان، الذي ينحدر إلى عمق ١١,٠٣٤ متراً تحت سطح المحيط، بالقرب من جزيرة جوام في المحيط الهادئ.

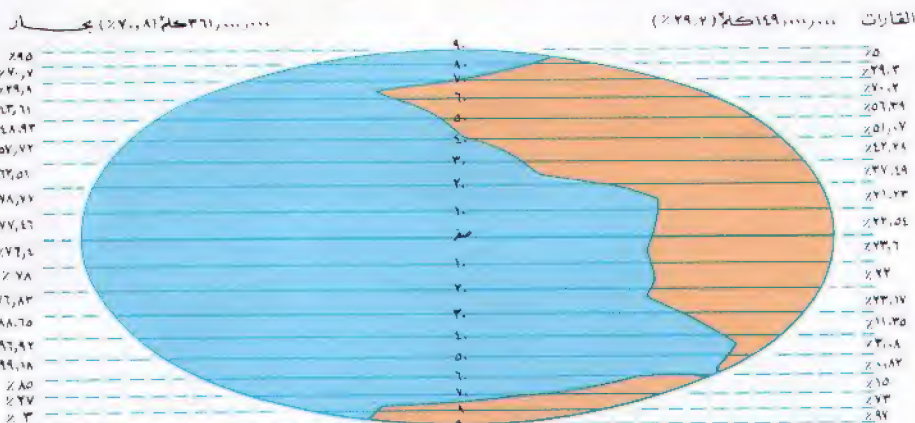
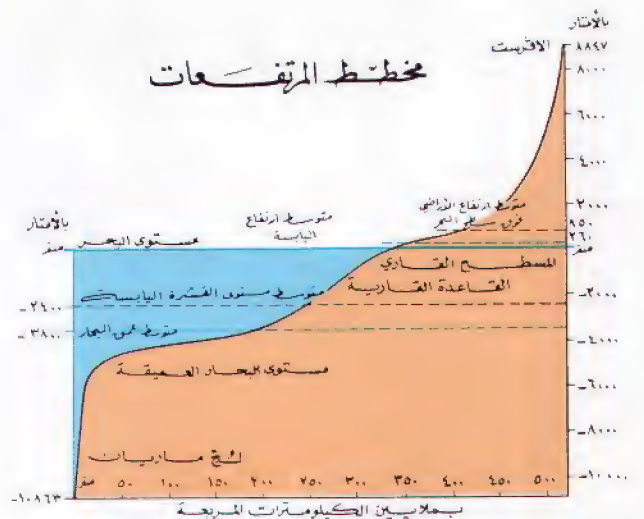


صفر ۱۰۰۰ ۲۰۰۰ ۳۰۰۰ کم

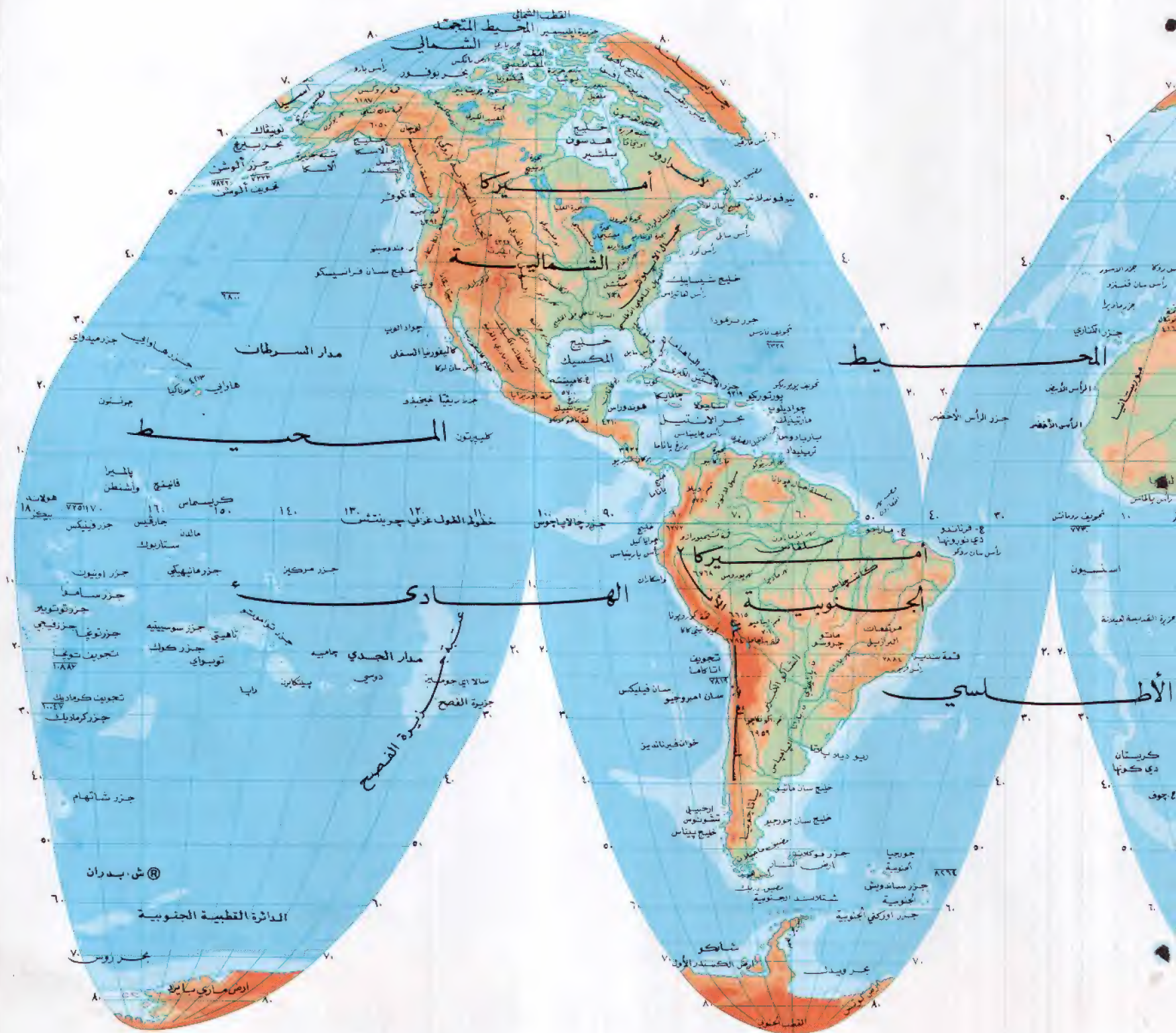
مورفولوجية الأرض



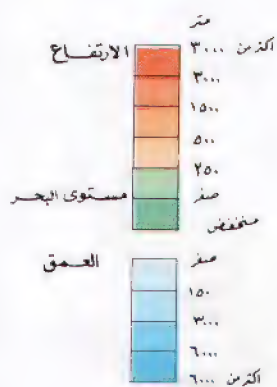
امتداد البحار على وجه الأرض وعلى مختلف
خطوط العرض



لوحة رقم ۱



متوسط ارتفاع القارات



جيولوجية الأرض



تكوينات بركانية تكوينات من العصر الفينيكسي تكوينات في العصر الجيولوجي الأول تكوينات في العصر الجيولوجي الثاني تكوينات في العصر الجيولوجي الثالث تكوينات في العصر الجيولوجي الرابع

أنواع الجيولوجيا

بالعمليات الجيولوجية، تتطلب معرفة بالهيدروجيولوجيا والأوقيانوغرافيا. ويتطلب وضع خرائط لمعالم سطح الأرض وقياسها، معرفة بعلم رسم الخرائط والجيوديسيا، التي تُعنى بقياس شكل الأرض وحجمها. وتُستقى أيضاً المعلومات حول أصل الأرض من الدراسات الفلكية للأجرام السماوية الأخرى.

الجيوفيزياء والجيوكيمياء وعلم التكوين الجيولوجي والبيوتكنولوجيا (علم الإحاثة) - تشمل علوماً أخرى تسمح للجيولوجيين بفهم أكبر لعمل العمليات المختلفة التي تحدث على الأرض عبر الزمن. وعلى الرغم من أن كل علم من علوم الأرض يركز على موضوع معين، فإنها كثيراً ما تتراكب مع الجيولوجيا. وهكذا، فإن دراسة مياه الأرض بما يتعلق

من عدة مباحث مترابطة تُعرف معاً بعلوم الأرض. والجيولوجيون هم علماء بالأرض، يهتمون بشكل أساسي بالصخور والمواد الناتجة عن الصخور التي تشكل الجزء الخارجي من الأرض. ولفهم هذه المواد، يستعمل الجيولوجيون المعرفة المكتسبة في ميادين أخرى من العلم مثل الفيزياء والكيمياء وعلم الأحياء؛ وهكذا فإن فروع الجيولوجيا - مثل

الجيولوجيا، أو علم طبقات الأرض، هي ربما أكثر العلوم الطبيعية تنوعاً على الإطلاق. وتهتم الجيولوجيا بأصل كوكب الأرض وتاريخه وشكله، والمواد التي تكوّن، والعمليات التي أحدثت وتحدث أثراً فيه. والجيولوجيا هي واحد

بنية الأرض



بكتلة قارية سهل وهضاب تتج من تآكل البكتلة القارية مناطق بركانية (من صفر إلى ٢٠٠ متر عمق) مسطحات قارية
كل من العصر الجيولوجي الأول سهل وهضاب تتج من تآكل كتل جبال العصر الجيولوجي الأول (من ٢٠٠ إلى ٦٠٠٠ متر) عمق متوسط (أكثر من ٦٠٠٠ متر) تجويفات محيطية
سلاسل البنية التكوينية سهل وهضاب تتج من التكوينات الأولية اتجاه الانواءات الأولية



بنية جيولوجية مسطحة في ولاية أريزونا جنوب غرب الولايات المتحدة

وتجمع الجيوفيزياء الإستكشافية بين الفيزياء والمعلومات الجيولوجية لحل مشاكل عملية تتعلق بإيجاد النفط والغاز والماء، والكشف عن تراكبات جديدة من الخامات المعدنية، وأشكال مختلفة من الهندسة المدنية.

الجيوكيمياء، الكيمياء الأرضية

تهتم الجيوكيمياء بدراسة كيمياء الأرض ككل، لكن الموضوع يُقسم إلى عدّة مبادئ مثل الجيوكيمياء الرسوبية والجيوكيمياء العضوية وحقل الجيوكيمياء البيئية الجديد وعدة فروع أخرى. وينطوي أصل وتطور فئات الصخور والمعادن

والقوى التي تؤثر في المعادن والصخور والصحارة ومواد النواة. كما يهتم بأسباب التغيير في شكل التكوينات الطبيعية على سطح الأرض.

الجيوفيزياء، الفيزياء الأرضية

تهدف الجيوفيزياء إلى استنتاج خاصيات الأرض الطبيعية وتركيبها الداخلي من ظواهر طبيعية مختلفة. فعلى سبيل المثال، يدرس الجيوفيزيائيون حقل الأرض المغنطيسي (مصدره وشكله وتغيراته)، والمغنطيسية الباقية في الصخور والتربة منذ تكونها، وجران الحرارة في باطن الأرض، وقوة الجاذبية، وحركة الموجات الزلزالية التي ترتبط بالزلازل.

تاريخ الحياة، وتشمل دراسة جميع العمليات الطبيعية التي تجري على سطح الأرض وفي قشرتها. وبالتالي، فإن الجيولوجيا تشتمل عموماً على دراسات للتفاعلات القائمة بين الصخور والأتربة والماء والجو وأشكال الحياة على الأرض، وهذا حقل واسع جداً لا يستطيع فرع واحد من فروع المعرفة تغطيته كاملاً. ولذلك، فإن الجيولوجيين يحصرون أنفسهم بدراسة أحد الحقول بشكل معقّد. وفي ما يلي عرض موجز لحقول الدراسة في الجيولوجيا.

الجيولوجيا الطبيعية

يتناول هذا الفرع من الجيولوجيا العمليات

ولا تشمل الجيولوجيا دراسة معالم سطح الأرض فقط، لكنها تهتم أيضاً ببنية الكوكب وأجزائه الباطنية. إن لهذه المعرفة قيمة علمية أساسية، لكنها توضع أيضاً في خدمة الإنسانية. فعلى سبيل المثال، تركز الجيولوجيا التطبيقية على البحث عن معادن مفيدة للإنسان داخل الأرض، وتحديد المواقع المستقرة جيولوجياً للملازمة لختلف أنواع المنشآت، والتنقّب بالأخطار الطبيعية - مثل الزلازل - التي ترتبط بالقوى الديناميكية تحت قشرة الأرض.

حقول الدراسة في الجيولوجيا

تتناول الجيولوجيا تاريخ الأرض، بما في ذلك

إلتواء «أنتيكليني» أبرزته عوامل التعرية في مرتفعات ولاية وايومينج في الولايات المتحدة





تآكل الصخور بفعل الهواء الذي نحت بدقة في صخر رملي، يرجع إلى العهد الفجري منذ ٢,٥ مليار سنة

الرئيسية على أهمية كبرى بالنسبة للجيوكيميائيين. ويدرس الجيوكيميائي، خصوصاً، مقادير العناصر الكيميائية وتوزيعها في المعادن والصخور والتربة وأشكال الحياة والماء والجو. ولمعرفة حركة العناصر في الطبيعة - على سبيل المثال، دورات الكربون والتروجين والفوسفور والكبريت الجيوكيميائية - أهمية عملية، وكذلك دراسة توزيع ووفرة النظائر واستقرارها في الطبيعة. وتشكل الجيوكيمياء الإمتكشافية، المعروفة أيضاً بالتنقيب الجيوكيميائي، التطبيق العملي للمبادئ الجيوكيميائية النظرية في الكشف عن المعادن.

البترولولوجيا، علم الصخور

تتناول البترولولوجيا أصل الصخور وظهورها وبنيتها وتاريخها، ولا سيما الصخور البركانية والمتحولة. وتهتم البترولوغرافيا بوصف الصخور وتصنيفها وفقاً لخصائصها. يدرس البترولوجيون التغيرات التي تحدث في الكتل الصخرية عندما تتجدد الصهارة، وعندما تذوب الصخور الصلبة كلياً أو جزئياً، وعندما تتعرض الرسابات لتحول كيميائي أو فيزيائي. ويهتم العاملون في هذا الحقل بتبليغ المعادن وتصلب المعادن الزجاجية من المواد المذابة في درجات حرارة مرتفعة، وتبلر المعادن من جديد في درجات حرارة مرتفعة من دون مرورها بمرحلة من الذوبان، وتبادل الأيونات بين المعادن في الصخور الصلبة والمواقع، والعمليات التي تشمل الحث والنقل والترسيب. ومن المهمات الأساسية في هذا الحقل، وضع خرائط دقيقة للوحدات الصخرية وأخذ عينات منها.

العدانة، علم المعادن

تتناول العدانة المعادن الموجودة في قشرة الأرض، وأيضاً المعادن المتكونة خارج الأرض، كما في العينات القمرية والحجارة النيزكية. ويتناول علم البلوريات دراسة الشكل الخارجي والبنية الداخلية للبلورات الطبيعية والتركيبية. ويدرس العدانويون تشكل المعادن وظهورها وخصائصها الكيميائية والفيزيائية وتركيبها وتصنيفها. أما العدانة التحديدية فهي علم - وفن - التعرف إلى معدن في عينة، استناداً إلى خاصيات العينة الفيزيائية والكيميائية. وترتكز العدانة الاقتصادية على العمليات الجيولوجية المسؤولة عن تكوين خامات المعادن، ولا سيما تلك التي تنطوي على أهمية تجارية.

الجيولوجيا البنيوية

اهتمت الجيولوجيا البنيوية، في بداية عهدها، بتحليل تشويه الطبقات الرسوبية، لكن الجيولوجيين البنيويين يدرسون اليوم التشوهات التي تخضع لها الصخور كافة. وتؤدي دراسة الأشكال البنيوية إلى مقارنة المعالم المشاهدة، وفي النهاية إلى تصنيف الأنواع المتقاربة. وتهتم الجيولوجيا البنيوية المقارنة بالمعالم الخارجية الكبيرة الحجم، وهي مغايرة للطريقتين النظرية والإختبارية في معالجة الموضوع، اللتين تستخدمان الدراسة المجهرية للحبيبات المعدنية في الصخور المشوهة. ويستخدم الجيولوجيون المتخصصون في النفط والفحم الجيولوجيا البنيوية في عملهم اليومي، ولا سيما في التنقيب عن البترول لكشف المصائد البنيوية التي يمكن أن تحتوي على البترول.

الجيولوجيا الرسوبية

يدرس هذا الفرع من الجيولوجيا التراكمات الرسوبية وتشكلها، ويتناول الرسابات البحرية والبرية القديمة والحديثة، وحيواناتها ونباتاتها ومعادنها وبنيتها، وتطورها في الزمان والمكان. ويدرس الجيولوجيون المتخصصون في دراسة الصخور الرسوبية، المعالم الكثيرة المعقدة المكونة من الصخور الطرية والصلبة في تسلسلها الطبيعي، بهدف فهم بيئات الأرض الأولى. وتُستعمل في دراسة الصخور الرسوبية معطيات وطرق مأخوذة من فروع أخرى من الجيولوجيا، مثل علم الطبقات والجيولوجيا البحرية والجيوكيمياء والعدانة والجيولوجيا البيئية.

الجيولوجيا البيئية

يُعنى هذا الحقل الجديد نسبياً من الجيولوجيا، بجمع وتحليل المعطيات البيئية وتطبيقها لمعالجة المشاكل الناتجة عن استعمال الإنسان للبيئة. ويُعرف أحد أوجه هذا الفرع من الجيولوجيا بالجيولوجيا المدنية، التي تهتم بتطبيق الجيولوجيا الهندسية على المشاكل البيئية في المدن، ولا سيما المناطق الحضرية الكبيرة. وتُعنى الجيولوجيا البيئية والمدنية بأوجه الجيولوجيا التي تؤثر مباشرة في استعمال الناس الأرض. وتتميز الجيولوجيا البيئية بنطاق عمل واسع جداً، فهي تشمل مبادئ ذات اهتمامات متصلة بها من الفيزياء وعلم الأحياء وعلم الاجتماع. ونظراً إلى اهتمامات الجيولوجيا البيئية المتصلة بحقول عدة من العلم، فهي تستقي قدراً كبيراً من المعطيات من علوم جيولوجية أخرى، مثل الجيولوجيا الهندسية والجيولوجيا الاقتصادية والجيومورفولوجيا والجيولوجيا الرسوبية.

بعض المفردات الجيولوجية الشائعة

قشرة: الطبقة الخارجية من الأرض، ويتراوح سمكها بين ٥ و ٣١ كيلومتراً.

تشويه: تغير في شكل طبقة جيولوجية، ينتج عادة عن الإجهاد.

توسب: تراكم مواد طبيعية، عادة فوق طبقة سطحية؛ تراكم طبيعي كما في حالة الخامات والمعادن والفحم والنفط وغيرها.

قلقلة القشرة الأرضية: عملية التشويه التي تخلق معالم قشرة الأرض، بما في ذلك القزازات وأجواض الخيطات والهضبات والجبال.

البيوتولوجيا، علم الإحاثة

تبحث البيوتولوجيا، أو دراسة الحياة ما قبل التاريخ، في الحيوانات الأحفورية والنباتات الأحفورية وفي علاقتها مع الحيوانات والنباتات الحالية. وتُستخدم في دراسة الأحافير المجهرية، تقنيات مختلفة عن تلك المستعملة للعينات الأكبر حجماً. وتشكل الأحافير، التي هي بقايا من الأشكال الحية في العصور الجيولوجية الفائتة أو علامات على وجودها لحفظت طبيعياً في قشرة الأرض، المعطيات الرئيسية المستخدمة في علم الإحاثة. أما البيوتوغرافيا فهي الوصف المنهجي للأحافير.

الجيومورفولوجيا

تعني كلمة جيومورفولوجيا «شكل الأرض وتطورها». ويسعى هذا العلم إلى إيجاد نموذج عمل للقسم الخارجي من الأرض. ويفسر الجيومورفولوجيون وجود المعالم وتطورها على سطح الأرض نتيجة عمل المجلدات، والجدال والأنهار، والرياح التي تنقل الغبار والرمال وترسبها، والحث. وترتكز الفروع الثانوية من الجيومورفولوجيا على التأثيرات التكتونية في التكوينات الأرضية، وتأثير المناخ في هذه العمليات والتكوينات، وقياس المعطيات المتوفرة حول التكوينات الأرضية وتحليلها إحصائياً.

الجيولوجيا الاقتصادية

تُعرف أحياناً بالهندسة الجيولوجية، وتجمع بين التعدين والهندسة المدنية. وتُعنى الجيولوجيا الاقتصادية بتطبيق المبادئ الجيولوجية على دراسة التربة والمواد الصخرية والمياه الجوفية، التي تؤثر جميعها في تخطيط المنشآت الهندسية وتصميمها وتحديد موقعها وبنائها وعملياتها وصيانتها.

صخر بركاني: صخر تشكل من مادة ذائبة حارة جداً.

أيون: ذرة أو مجموعة ذرات تحمل شحنة إيجابية أو سلبية، نتيجة خسارة أو اكتساب إلكترون واحد أو أكثر.

نظير: تتميز النظائر المختلفة لعنصر كيميائي معين باختلاف عدد النيوترونات في نواها؛ إلا أنها تحتوي جميعها على العدد نفسه من البروتونات.

الغلاف اليابس: الطبقة الخارجية الصخرية الصلبة من الأرض، ويبلغ سمكها حوالي ٨٠ كيلومتراً.

صهارة: مادة ذائبة في باطن الأرض؛ وعندما تخرج الصهارة إلى سطح الأرض يُطلق عليها اسم لابة أو جحم.

صخر متحول: صخر ناتج عن تغير صخر أقدم منه بسبب الحرارة أو الضغط أو العمليات الكيميائية.

معدن: مادة غير عضوية، لها تركيب يمكن التعبير عنه بصيغة كيميائية. ويمكن أن تكون عناصرها إما معدنية Metallic أو غير معدنية Non Metallic. ولمعظم المعادن بنية بلورية.

مورفولوجيا: شكل معالم سطح الأرض وبنيتها، باعتبارها نتيجة عمل التحات والتجوية والجليد.

صدع: كسر جيولوجي عادي.

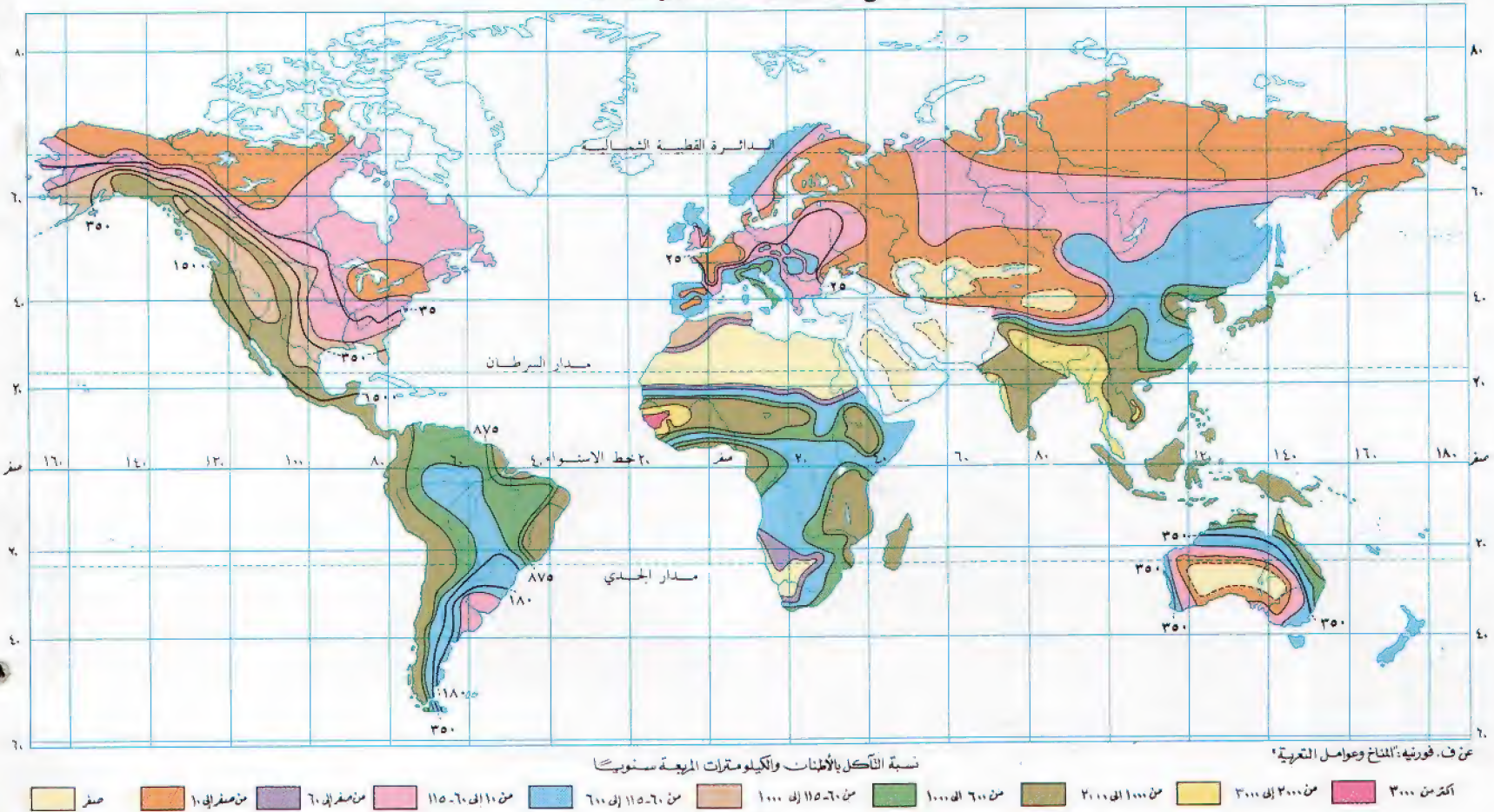
صخر رسوبي: صخر ناتج عن ترسب مادة منفتحة من أشكال صخرية أقدم تكويناً، أو ترسب بقايا حيوانية أو نباتية، أو ترسب مواد كيميائية.

طبقة جيولوجية: طبقة من الصخر، لها حدود علوية وسفلية واضحة.

التكونية: دراسة انشاء الطبقات وتصدها.

التجوية: التفكك الفيزيائي للمواد المكونة للأرض وتحللها الكيميائي، بسبب عمل الماء والجليد والحر والبرد وأشعة الشمس والرياح.

التآكل على وجه الأرض



التجوية والتعرية

تخضع الأرض لتغيرات طبيعية، لكنها متواصلة. وتعتبر التجوية والتعرية عاملين طبيعيين، يعملان جنباً إلى جنب على تغيير سطح الأرض.

إنَّ التجوية، بحسب تعريف علماء الجيولوجيا، هي عملية تفتت الصخور بفعل المياه والجليد والأحماض المعتدلة والنباتات والتغير في درجات الحرارة. أما التعرية، فهي عملية نقل تلك المواد المفتتة. كان من الممكن في النهاية، أن يؤدي النشاط المشترك لعوامل التجوية والتعرية، إلى تحويل سطح الأرض، إلى سهل ممتد، خالي من كل معالم، لولا تحرك صفائح الأرض. فالصفائح - وهي ألواح صخرية صلبة تتألف منها قشرة الأرض اليابسة - تتحرك وتتفاعل باستمرار، فتشكل الجبال وتغير سطح الأرض بطرق مختلفة.

لعوامل التجوية والتعرية، نشاطها تحت سطح الأرض أيضاً. فالترربة تتشكل باستمرار تحت الأرض، إذ تفتت الصخر من جراء تفرع جذور الأشجار، والحفريات التي تسببها الحيوانات القارضة، ونشاط المحاليل الحمضية أو مزيج السوائل التي تتكون بشكل طبيعي.

ويمكن أن تؤثر عوامل التجوية والتعرية كذلك، على السطوح المصطنعة، فالخفر على الطرقات، والتآكل في أروسة الشوارع، كلها دلائل على نشاط التجوية والتعرية المستمر. وقد تعمل تلك القوى أيضاً، على شحذ التماثيل المنصوبة في الخارج، أو تضليل ومحو الكتابات والنقوش على الأبنية، فتجعلها غير مقروءة. ما من صخر مكشوف على سطح الأرض، يمكنه أن يقاوم قوى التجوية والتعرية، مهما تكن صلابته.

فهي تعمل مجتمعة، على شحذ الجبال مثل جبال أبلاتش في شرق أميركا الشمالية، وحفر الوديان مثل جراند كانيون في أريزونا، ونحت الأبراج والمسلات الصخرية، كتلك الموجودة في الحديقة العامة برايس كانيون Bryce canyon في ولاية يوتا الأميركية.

التجوية

يعمل نشاط التجوية مع الزمن، على شحذ السطوح المكشوفة، وصقل المناطق الخشنة والحادة في الصخر. وتكون عملية التجوية، إما آلية (ميكانيكية) أو كيميائية؛ ويعمل النوعان عادة، جنباً إلى جنب. تنسب التجوية الآلية أو الفيزيائية بتفتت الصخور. ففي بعض الأحيان، تتسرب المياه بين الحبيبات المعدنية تحت الأرض، أو داخل الشقوق في الصخر. فإذا انخفضت درجة الحرارة بشكل كاف، تتحدت المياه وتمددت، مسببة إحداث ضغط هائل على الصخور وتوسيع الشقوق فيها. ويقوم الجليد بعمل الإسفين^(١)، الذي يبعد الصخور المتشققة عن بعضها. من الممكن أيضاً أن تقوم شجرة نامية بدور الإسفين. فقد تنبت بذرة شجرة ما، داخل تربة تجمعت في صخر متشقق، فتعمل جذورها، وهي تنمو، على توسيع الشقوق وتؤدي أخيراً إلى تفتت الصخر. ويمكن للأشجار أن تجزئ، مع الوقت، صخوراً كبيرة الحجم. تعمل التجوية الكيميائية على تغيير المواد التي تؤلف الصخور والترربة. إذ يمكن أن تتحد الكيميكالات الموجودة في المياه، مع المواد المعدنية في الصخر، مشكلة محلولاً يحمل في طريقه الصخر المنحل. وفي بعض الأحيان، يتحد ثاني أكسيد الكربون الآتي من الجو أو من المواد العفنة، مع الماء، فينتج عن ذلك محلول حمضي (أسيدي) ضعيف يمكنه إذابة الحجر

الكلسي وأنواع أخرى من الصخر. وعندما يترسب المحلول داخل الأرض، يمكن أن يسبب شقوقاً في الصخر أو يحفر شبكات واسعة من الكهوف مثل كهف ماموث Mammoth في ولاية كنتاكي وكهف كارلزياد Carlsbad في نيو مكسيكو.

تتألف الصخور من المعادن، ويحتوي بعضها على مركبات حديدية، ما يجعلها تصدأ تماماً كما يصدأ الحديد نفسه. وتعرف عملية الصدأ هذه، بالتأكسد. وعندما ينتشر الصدأ، يساعد على تفتت أو تجوية الصخور الحاملة للحديد.

تتألف التربة من جزيئات معدنية ناتجة عن التجوية، وأيضاً من بقايا النبات والحيوان. وتعمل التجوية الآلية والتجوية الكيميائية جنباً إلى جنب على تشكيل التربة.

التعرية

التعرية تنقل مواد التجوية من مكان إلى آخر. وتشكل المياه والجليد والهواء - مجتمعة مع الجاذبية الأرضية - ما يسقى بعوامل التعرية.

عندما تتحرك المياه والجليد والرياح، تحرك معها فتاتاً صخرياً وجزيئات من التربة، من الأماكن التي تعرضت فيها لعوامل التجوية. وعندما تهدأ أو تتوقف عن الحركة، توضع حملها من المواد في أماكن أخرى. وتتنوع تلك المواد وتسمى ترسبات، في الحجم، بدءاً من الصخور المستديرة إلى حبيبات الرمل الناعمة، والطمي والطين الخفزي. وتؤلف تلك الترسبات أخيراً، تشكيلات جديدة تغير معالم الأرض.

تساعد التعرية، مثلها مثل التجوية، على تشكيل التربة، وهي أيضاً تعمل على نقلها. فالمياه تحمل التربة إلى السهول الفيضانية حيث يمكن استعمالها للزراعة. وعندما تفيض الأنهار، توضع ترسبات غنية على طول

ضفافها. فلقرون عدة، وقبل إنشاء السد العالي في أسوان، بقيت الفيضانات تطرح التربة الخصبة على طول ضفاف نهر النيل في مصر.

في بعض أجزاء من العالم، رشت الرياح طبقات سميكة من الطمي والغبار. وقد تراكمت تلك الترسبات لقرن عدة. ويعود منشأ تلك الطبقات في معظمها، إلى الطمي والطين الخفزي اللذين جرفتهما، منذ آلاف السنين، الأنهار الجليدية الذاتية. وتوجد ترسبات عميقة، على خطوط العرض المتوسطة في الصين، الولايات المتحدة، الاتحاد السوفياتي السابق والأرجنتين. إنَّ هذه التربة ليست فقط واحدة من أكثر التربة خصوبة، بل هي أيضاً من أكثرها تأثراً بعوامل التعرية.

التعرية بواسطة الماء

تعتبر المياه المتحركة عاملاً أساسياً في التعرية. فالأمطار تحمل جزيئات من التربة وتجرف ببطء قطعاً من الصخر والمياه الموجلة، إشارة إلى قيام التعرية بعملها؛ كما إنَّ اللون الوحلي دليل على وجود قطع من الصخر والتربة معلقة في الماء.

يمكن أن تأخذ ترسبات الصخر المتعري^(٢)، على سفوح الجبال، شكل مراوح طينية. فالطين - وقوامه الحصى، الرمل ومواد أخرى متجوية^(٣) - ينحرف مع المياه المدفوعة على الجوانب الجبلية المنحدرة. وعندما تصل تلك المياه إلى وادٍ أو سهل ما، تأخذ بالانتشار وتبطئ، من اندفاعها، فترسب الطين الذي تحمله، وتتراكم الترسبات بترتيب يأخذ شكلاً مروحيّاً.

وتنقل المواد المتجوية عبر مياه الجداول. وتعمل هذه الأخيرة، وهي تحمل الترسبات، على جرف الأرض، فتحفر القنوات أو الوديان، في عملية تسمى التحات

(١) الإسفين: وتد يوضع بين شاقوفين لإبعادهما عن بعضهما.

(٢) المتعري: المتأثر بعوامل التعرية.

(٣) متجوية: متأثرة بعوامل التجوية.

Abrasion. ويمكن للمياه حاملة الرواسب أن تفتت مع الوقت، وتشحذ جوانب واد ما، إلى أن تتشكل سهلاً. ويحدث ذلك عندما تصبح جوانب وديان، تتشكّلت حديثاً، شديدة الانحدار لدرجة أنها تتجوّف، فتتوسّع الوديان تدريجياً، وتتباطأ تيارات الأنهار التي تجري فيها.

عندما تبطل الأنهار من اندفاعها، تلقي بحمولتها من الصخر الثقيل. وتبدأ المياه بالانعطاف حول الصخور الكبيرة في حوض النهر، بدلاً من الاندفاع فوقها. أخيراً، يبدأ بعض الأنهار بتشكيل منعطفات واسعة تسمى تعرجات. وتعمل الأنهار المتعرجة على توسيع الوديان أكثر فأكثر. وفيما هي تتعرج، تضع الأنهار رواسبها على طول سهول فيضاناتها.

أخيراً، تنحرف إلى المحيط، كميات هائلة من الترسبات، تحملها الأنهار. وقد يتطلب الأمر آلاف الأعوام، حتى تقوم جزيئة نوعية من التربة، برحلتها التي تبدأ في جبل ما وتنتهي عند المحيط. مع ذلك، هناك ملايين من أطنان الترسبات، التي تضعها الأنهار كلّ سنة، في مياه المحيط، حيث يمكن أن تتشكل أرض جديدة.

يضع النهر عند مصبه - المكان الذي يتسع فيه ويلتقي بجسم مائي آخر - حمولته من المواد المتجوّية. وقد تراكم قطع صخرية وجبيبات من التربة، عند مصب نهر ما، فتتشكل موضع ترسبات، يُعرف بالدلتا. تعمل التعرية بواسطة المياه على تغيير أشكال الخطوط الساحلية. فالأمواج تحطّم على الشواطئ باستمرار وبقوة كبيرة في غالب الأحيان، فتفتت الصخور إلى حصي، وتحول الحصى إلى رمال.

قد تحمل المياه الرمل بعيداً عن الشواطئ. ففي الضفاف الخارجية مثلاً، وهي سلسلة من الجزر المتاخمة لساحل ولاية نورث كارولينا في الولايات المتحدة، عملت مياه المحيط على تعرية القسم الأكبر من الساحل، حيث تنتصب منارة رأس هاتيراس. فعند إنشاء المنارة سنة ١٨٧٠، كانت تبعد عن المحيط حوالي الألف متر. أمّا الآن، فلا تفصلها عن المياه سوى مسافة تقلّ عن الستين متراً.

للأمواج القدرة على بناء الشواطئ، تماماً مثلما تهدمها. فالتيارات الناتجة عن الأمواج يمكن أن تنقل الرمل من قاع البحر لتعيده إلى الشاطئ. وتقوم تلك العملية، التي تحدث في رأس كود في ولاية ماساشوستس في الولايات المتحدة، بتوسيع الشواطئ الموجودة هناك.

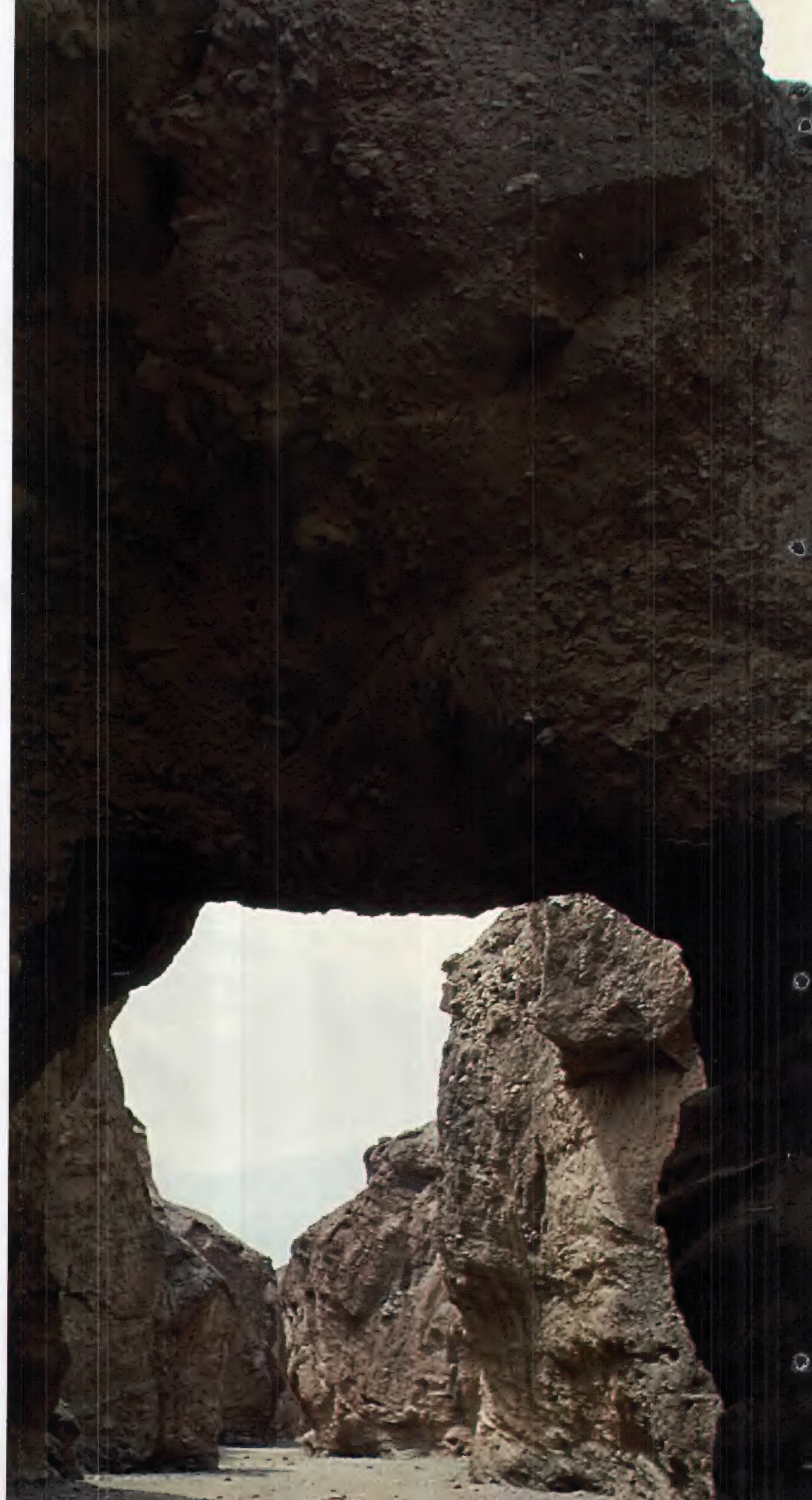
وفي الجروف الساحلية، يمكن أن يؤدي تحطّم أمواج المحيط، إلى حفر ثغرات تتحوّل، في ما بعد، إلى كهوف. وتحرق المياه في بعض الأحيان، الجهة الخلفية لكهف ما، فتتشكل قوساً. وقد يستتب تلاحم الأمواج المستمر، بوقوع الجزء العلوي من القوس، فلا يبقى منه إلا العواميد منتصبة، وهي تُسمى عرمت^(٤) البحر.

ومع الوقت، يُسحق الصخر الذي تفتت من الأقواس ويصبح رملًا، ثم يُنقل ويترسب في مكان ما على طول الساحل. وهناك تبدأ عملية بناء شاطئ أو حاجز رملي جديد.

التعرية بواسطة الأنهار الجليدية

يعمل الجليد أيضاً، على تعرية الأرض. وفي قمة العصر الجليديّ الحديث، أي منذ حوالي ١٨,٠٠٠ سنة، كانت أنهار جليدية كبيرة، وتسقي أغطية

(٤) عرمت: جمع عرمة، وهي ترسبات عامودية الشكل.



جليدية، تغمر أجزاء واسعة من سطح الأرض، بما فيها أجزاء من أوروبا الشمالية، وشمال أميركا. وخلال تحرك تلك الكتلة من الجليد، كانت تلتقط التربة والصخور وتغمر كل شيء في طريقها. وقد جرفت أغطية الجليد، كميات هائلة من التربة من كندا الوسطى، كما حملت التربة باتجاه الجنوب، ووضعتها في السهول الوسطى للولايات المتحدة. كذلك، حفرت الأغطية الجليدية أحواضاً أصبحت بحيرات في ما بعد - من بينها بحيرات فينجر في غرب ولاية نيويورك. وقد تشكلت أحواض تلك البحيرات بواسطة أغطية جليدية انحدرت عبر مجموعة من الوديان المتوازية وحفرت فيها أحواضاً عميقة. عندما يذوب نهر جليدي، فهو يرشب حمولته من التربة والصخر. وتستوى ترسباته الجرفاء، وهي قد تحتوي على صخور كبيرة مستديرة. وقد تقوم الجرافة في بعض الأماكن، بدور السد، إذ تسد الوديان وتشكل مناطق تتجمع فيها الماء ضمن بحيرات. وفي أماكن أخرى، تكسّد أكوام من الترسبات الجليدية لتشكّل سلاسل طويلة من المرتفعات الأرضية، مثل جزيرة لونج آيلاند في ولاية نيويورك ورأس كود في ماساشوستس. لا تزال أنهار جليدية عملاقة تغطي الكثير من القطب الجنوبي وجرينلاند. لكن اليوم، يتشكل معظم الأنهار الجليدية الصغيرة، في أعالي الجبال. وهناك، تتراكم الثلوج من سنة إلى سنة وتحول إلى جليد. وفيما تزحف تلك الأنهار الجليدية نزولاً، تقوم بحفر نتوءات حادة، تسمى الحروف، بين وديان على شكل U. وقد تشكل الأنهار الجليدية تلك، خلجاناً صغيرة تسمى الأتسن البحرية، في المكان الذي تبلغ فيه المحيط.

(٥) المرتفعات الهلالية: مرتفعات على شكل هلال.

التعرية بواسطة الرياح

تحمل الرياح الغبار والرمل والرماد البركاني، وتحفر السطوح الأرضية. وهي تعمل جنباً إلى جنب مع عوامل التجوية والتعرية الأخرى، لكي تشكّل سطوح الجرف، وتبني تلالاً من الرمل تسمى الكثبان الرملية. في المناطق القاحلة، يمكن أن تضرب العواصف الرملية، الصخور بقوة هائلة، فتشكّل المناطق الصخرية الهشة، وتحفر تشكيلات غير عادية في المناطق الصخرية الأكثر صلابة. إنَّ الرياح، على عكس المياه، يمكن أن تنقل الترسبات باتجاه الأعلى كما في اتجاه الأسفل. وهي ميزة تعطي الرياح القدرة على بناء الكثبان الرملية. توجد الكثبان الرملية على طول السواحل وفي بعض الصحاري، حيث تتراكم ترسبات كبيرة من الرمل. وهناك حقول واسعة من الكثبان في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. قد تتشكل الكثبان أيضاً، على طول الشواطئ الرملية لبعض الأنهار والبحيرات، كما حدث على طول ضفاف بحيرة ميشيغان وبحيرة سايريور في أميركا الشمالية. تتحرك الكثبان وتتغير باستمرار، إذ تلتقط الرياح الرمل وتنقله. ويمكن للكثبان أن تنتقل لدرجة أنها تغمر في طريقها، الزرع والمنازل. وهي تأخذ أشكالاً متنوعة ومتغيرة، منها التلال، والسلاسل المنحنية، والمرتفعات الهلالية^(٥). ومن النماذج الرملية المتغيرة، التي يمكن أن تكسبها الرياح، كثبان رملية نجمية الشكل. إنَّ الكثبان التي تتشكل على طول الجزر المتاخمة للساحل وعلى طول الشواطئ، تساعد في حماية مناطق اليابسة من عوامل التعرية. ويعمل الناس، على

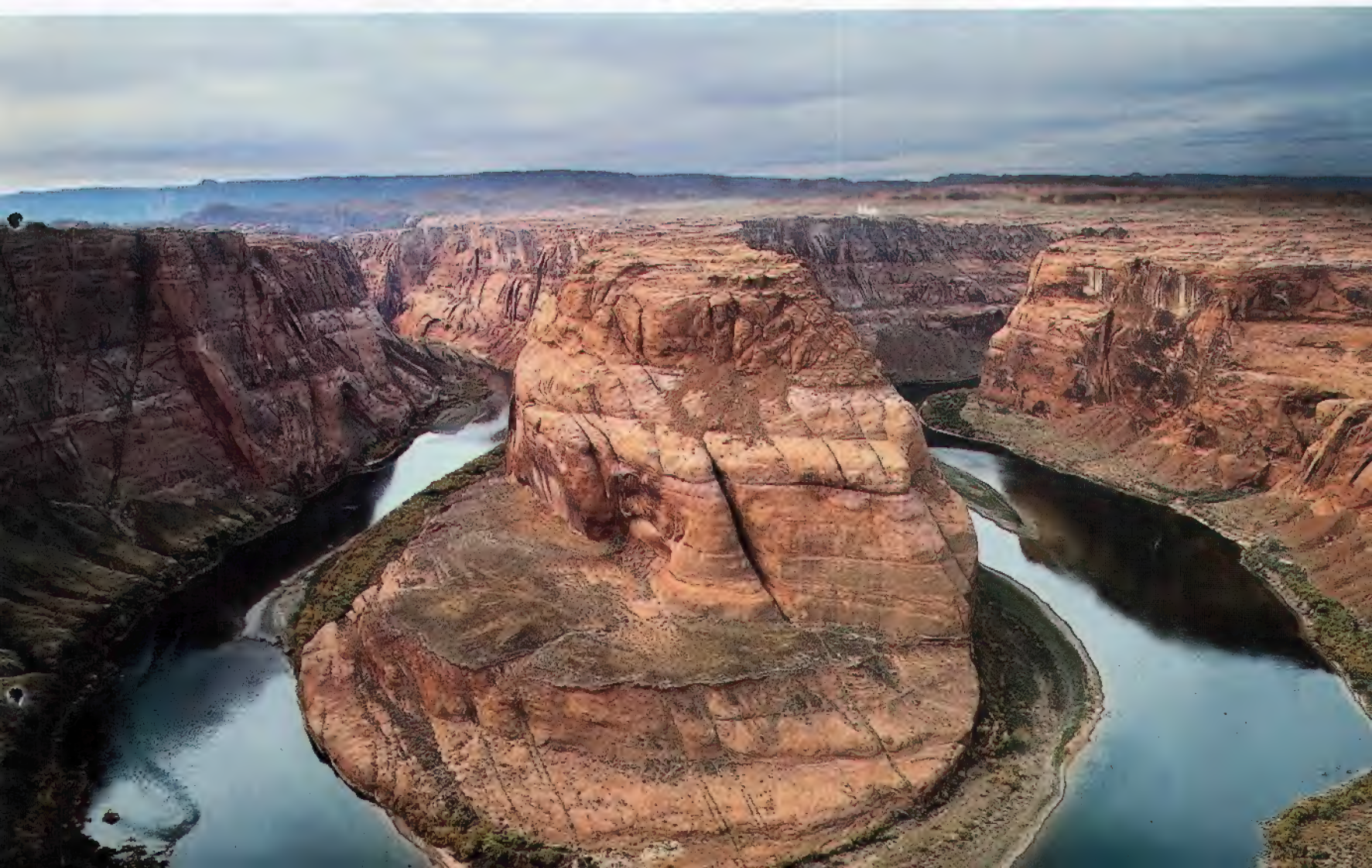
طول شواطئ عدة، على المحافظة على الكثبان الرملية، بزرعها بالخشاش الساحلية والنباتات الأخرى. فجدور الأعشاب المنتشرة في العمق، وجذوع النباتات الأخرى المتسلقة، تساعد في تثبيت الكثبان الرملية، بإرساء بعض أجزاء من الرمل.

التأثير البشري

تحدث عمليات التجوية والتعرية بشكل طبيعي، وهي تسرّع في بعض الأحيان، بفعل نشاطات البشر. وغالباً ما تكون النتائج ضارة. إنَّ بعض الأنواع من الهواء الملوث تزيد من نسبة التجوية، كما أنَّ بعض الأعمال الزراعية وأعمال التنقيب والبناء، يجعل الأرض أكثر عرضة للتعرية بفعل الهواء والماء. عندما يستخدم الناس المحروقات مثل الفحم والغاز والنفط، تنطلق في الأجواء، مواد كيميائية مثل أكسيد النتروجين وثاني أكسيد الكبريت. وعندما تتحد تلك المواد الملوثة مع أشعة الشمس والرطوبة، تتحول إلى حوامض تتساقط مع الأمطار وترسبات أخرى. يُعرف هذا النوع من الترسبات، بالمطر الأسيدي. ويتأثر حجر البناء والطلاء بعوامل التجوية، بسرعة أكبر، عندما يتعرض للمطر الأسيدي. ويُعتبر هذا المطر مسؤولاً عن التدهور السريع للكثير من المنشآت الحجرية التاريخية، مثل البارثينون Parthenon في اليونان. يحتاج الناس إلى التربة من أجل نمو المحاصيل الزراعية، لكنَّ التعرية قد تحمل التربة الخصبة بعيداً، فالأمطار والفيضانات مثلاً، قد تعزي الحقول من تربتها السطحية وتطيح بها الرياح بعيداً. كذلك فإنَّ

بعض الممارسات الزراعية يزيد من فرص تعرض التربة لعوامل التعرية. عندما يقوم المزارعون بحراثة المناطق الجافة، تتمكن الرياح بسرعة من الاطاحة بسطح التربة المكشوف. وأيضاً، عندما يحرقون حقولهم في أعلى المنحدر الأرضي وأسفله، بدلاً من المرور بداخله، تتمكن المياه من جرف سطح التربة بسهولة أكبر. وقد يحدث سقوط الأمطار الغزيرة انزلاقات أرضية، تؤدي إلى تدمير الحقول والقرى. إنَّ إزالة الغابات - تفرغها من الأشجار، إما بقطعها أو بحرقها - تساهم أيضاً في التسريع بتعرية التربة. فعندما تزول الغابات، تصبح التربة التي كانت مثبتة بالأشجار، أكثر عرضة للتعرية. وقد تحدث الانزلاقات الأرضية، هذا بالإضافة إلى تدفّق المياه فوق التربة المكشوفة، بدلاً من تسربها إلى الداخل، الأمر الذي يؤدي إلى الفيضانات. ففي بنجلادش مثلاً، أصبح حدوث الفيضانات أكثر تكراراً، بعد قطع كل الغابات القائمة عند سفوح الهيمالايا، لاستخدام أخشابها وقوداً، أو إفساح المجال لإنشاء الحقول وبناء المنازل. التعدين المعزي Strip mining، طريقة تعدين سطحية، يستخرج فيها الفحم، وتصبح من بعدها الأرض جرداء تماماً، بعد تعريتها من الصخور والتربة والنباتات. إنَّ الأرض التي تخضع لمثل هذا النوع من التعدين، تتأثر بسهولة بعوامل التعرية، إذ تنتزع منها النباتات التي تثبت فيها التربة وتحميها. إنَّ الانزلاقات الوحشية شائعة في مثل تلك المناطق، خصوصاً في مواسم الأمطار الغزيرة.

مشهد لصخرة معروفة بـ «حدوة الحصان» في نهر كولورادو في ولاية أريزونا، تكوّن بفعل عوامل التجوية والتعرية



عجائب العالم الطبيعية السبع

عجائب العالم الطبيعية السبع، هي جدول بالمعالم الطبيعية البارزة، الموجودة على سطح الأرض. ويستعين المدرسون بهذا الجدول لتعريف الطلاب على دراسة علم الأرض، كما أنه يجعلنا نقدر التنوع الكبير الذي توفره لنا المناظر الطبيعية. ويرتكز وضع مثل هذا الجدول، على عوامل تؤخذ بالإعتبار، وتتضمن الميزات الجغرافية للمعالم المذكورة فيه، إضافة إلى أهميتها الجغرافية ومدى اجتذابها السياح. وهناك جداول كثيرة متنوعة، إلا أن اللائحة التي يتوافق عليها علماء الأرض بغالبيتهم، لا بد أن تتضمن معظم المعالم التالية:

الجراند كانيون Grand Canyon (الوادي الكبير): في الولايات المتحدة. وهو من المعالم التي تخطف الأنفاس. وقد نتج عن تآكل الصخور الذي تسبب به نهر كولورادو، على مدى حوالي الستة ملايين سنة. ويمتد الوادي عبر شمال غرب ولاية أريزونا، على مسافة ٤٤٦ كم، وعمق يبلغ حوالي ١,٦ كم. وقد كشف التآكل أيضاً عن تشكيلات من الصخور، تمثل ١,٧٥ مليار من السنين عبر تاريخ الأرض. إلا أن إنشاء سد جلن كانيون Glen Canyon عند أعالي مجرى النهر قبل الجراند كانيون، تسبب في الحد من تدفق المياه، وبالتالي من معدل التآكل.

جبل إيفريست: ويرتفع ٨٨٤٨ متراً عن سطح البحر. وهو أعلى جبل في العالم، يقع على الحدود بين النيبال والتبت في سلسلة جبال هيمالايا. وقد تكونت هذه السلسلة نتيجة التصادم التدريجي لاثنتين من أصل ثلاثين صفيحة تكتونية تقريباً، تتكون منها القشرة الأرضية. وقد اثنت إحدى هاتين الصفيحتين من جزاء التصادم الحاصل، تماماً كما ينثني غطاء المائدة عندما يدفع من أحد أطرافه، وهنا تمثل الثنية الأعلى من الغطاء، جبال هيمالايا. ولا تزال سلسلة الجبال هذه، ترتفع بمعدل سنتيمتر واحد كل سنة.

صخرة آيرز Ayers Rock: وهي أكبر كتلة حجر واحدة في العالم، ترتفع ٣٤٨ متراً فوق مستوى صحراء وسط أستراليا. وللصخرة شكل مخروطي، ويبلغ محيطها حوالي ٩ كم، وهي من الحجر الرملي الأحمر، كما وتُعرف باسم «أولورو» بلغة سكان أستراليا الأصليين.

سيرفان (ماترهورن): وهو أحد أجمل الجبال على سطح الأرض. تقع قاعدته في سويسرا وإيطاليا، أما قمته فهي في سويسرا وترتفع ٤٤٧٨ متراً فوق سطح البحر. ويُعرف جبل سيرفان (ماترهورن) بشكله الهرمي المميز. ويستقيمه علماء الأرض «القرن». وقد اكتسب شكله «القرني» بفعل أنهار الجليد التي دأبت على حث الصخور من الجبل ودفعها من جهات متقابلة باتجاه الداخل.

شلالات فيكتوريا: وهي شلالات على نهر الزمبيزي في جنوب أفريقيا، بين زيمبابوي وزامبيا. ويبلغ عرض هذا النهر في منطقة الشلالات حوالي ١,٦ كم. وتصب الشلالات في مجرى ضيق من علو ١٠٨ أمتار. ويشكل اسمها باللغة المحلية، وهو Mosi Oa Tunya أي الدخان الراعد، وصفاً للضجيج الهائل الذي يصدر عن هذه الشلالات ورذاذ الماء الذي يطاير منها.

فوهة النيزك Meteor Crater: المعروفة أيضاً باسم فوهة بارينجر. وهي منخفض أرضي دائري هائل، بالقرب من ونسلو في ولاية أريزونا في الولايات المتحدة. وقد تشكلت هذه الفوهة، عندما اصطدم نيزك بالأرض منذ حوالي خمسين ألف سنة - وهو حدث ليس بعيد في تاريخ الجيولوجيا. ويبلغ عمق الفوهة ١٧٥ متراً وقطرها ١٢٧٥ متراً. ويعتبرها العلماء أفضل فوهة من نوعها على الأرض لأنها تشكلت منذ عهد قريب جداً، ولا تزال بحال مثالية.

الحاجز المرجاني الكبير Great Barrier Reef: وهو أطول مجموعة من الحيد المرجانية في العالم، يحاذي ساحل أستراليا



تكوّن جزيرة بركانية: تشكلت جزيرة سورثسي في تشرين الأول ١٩٦٣، بفعل ثوران بركان تحت مائي. عندما يحدث مثل هذه الثورات، تبرد فجأة الصهارة، الخارجة من شق في قاع المحيط، عند احتكاكها بمياه البحر الباردة. فتبع ذلك سلسلة من الانفجارات العنيفة التي يتسبب بها بخار الماء، مع تدفق حمم بركانية تترام حول الشق لتكوّن مخروطاً بركانياً، يمكنه أن يرتفع فوق سطح الماء، كما في حالة جزيرة سورثسي. هذا النوع من التكوينات قصير الأجل عادةً، إذ إن الأمواج تفتته وتدمره في وقت قصير.

أوريجون في الولايات المتحدة وفوهة كيلوا Kilauea في جزيرة هاواي، بسبب حدوث انهيار مائل. الفوهات الناجمة عن الانهيار، التي يتجاوز عرضها الكيلومتر الواحد تسمى كالديرا. أما الفوهات الأصغر، فتسمى الحفر. وتكثر الفوهات على سطح القمر أكثر منها على سطح الأرض. وهي تشكلت كلها تقريباً بفعل ارتطام نيازك كبيرة بسطح الكوكب.

منتزه بحيرة الفوهة الوطني Crater Lake National Park: وقد تم إنشاؤه في جنوب غرب ولاية أوريجون، للمحافظة على بحيرة كرايتر الفوهة وعلى الغابات المحيطة بها. وهناك، ترتفع جدران بركان قديم هو جبل مازاما، ما بين ١٥٢ إلى ٦١٠ أمتار، فوق سطح البحيرة، وقد تحولت هذه الجدران إلى أشكال رائعة بفعل عوامل الطقس. كذلك ترتفع عدة قمم من جبال الكاسكاد بالقرب من البحيرة، وهي تتضمن جبل سكوت Mount Scott، وكلاود كاب Cloud Cap ولأوروك Llo Rock. وتشبه أشجار الصنوبر بالصخور المتكسرة حول البحيرة، وغالباً ما تنعكس صورتها في الماء. وهناك أيضاً أكثر من خمسمائة صنف من النباتات المزهرة والخنشار والأزهار التي تنبت في المروج وعلى المنحدر البركاني، هذا بالإضافة إلى عدد كبير من الطيور والحيوانات. وفي عام ١٩٠٢، أمر الرئيس تيودور روزفلت بتخصيص مساحة عشر مقاطعات من ولاية أوريجون من أجل إنشاء المنتزه.

على طول ٢٠١٠ كم، ويتألف من جزر صغيرة من المرجان الصلب وبقع الرمل المرجاني، والمرجان المغمور بالماء. ويتألف المرجان من الهياكل المتصلة لحيوانات البولب Polyp الميتة، وهي كائنات مائية من المحفوفات. إلا أن المليارات من هذه الكائنات الحية تبقى معلقة في المرجان المغمور بالمياه؛ وهي تضفي، إلى جانب حيوانات مائية أخرى، ألواناً زاهية على أجزاء الحاجز المرجاني الكبير، الموجودة تحت سطح الماء. ويشعر الكثير من الناس بالقلق، إزاء الضرر الذي قد يلحقه بالحيد المرجاني، العدد الكبير من السياح الذين يأتون لمشاهدته.

الفوهة

الفوهة هي منخفض، له شكل القمع أو الدثنت، على سطح الكواكب والأجسام الأخرى في النظام الشمسي. ولقد تشكل معظم الفوهات على الأرض بفعل الثورات البركانية، كما أن قسماً منها حدثت نتيجة الانفجارات التي تقذف الرامد ومخلفات أخرى عبر فتحات البراكين، ونادراً ما يتجاوز عرضها ٢ كم. أما القسم الآخر من الفوهات فقد نتج عن انهيار سطح الأرض بعد تراجع الحمم من تحتها. وقد تكونت المنخفضات اللذان تشغلهما بحيرة كرايتر Crater Lake في ولاية

فوهة الفيزوف: يتألف هذا البركان الشهير الواقع قرب مدينة نابولي، من قمتين تنتمي كل منهما إلى نوع مختلف تماماً. جبل سوما هو بقايا فوهة قديمة دُمّرت بفعل انفجارات متتالية، واخروط الكبير، الذي يحمل الفوهة الحالية، هو جبل يبلغ أقصى ارتفاع له ١٢٧٧ م وتنعكس صورته في خليج نابولي. حدث أول ثوران موثق لهذا البركان سنة ٧٩ ميلادية. وقد دُمّرت في حينها مدن بومبي وهركيولانوم وستايا المجاورة للبركان، ودُفنت تحت المواد البركانية.





مخروط بركاني (أعلاه)

يتميز هذا التكوين البركاني، القائم في أميركا الوسطى، بشكل مخروطي نموذجي. إنه بركان طباقى، أو مركب، تشكل بترامم طبقات متناوبة من الحمم والمواد البركانية (رماد وقنابل بركانية). يتشكل الرماد أثناء فترات السكون التسيبي التي يشهدها البركان، بينما ترتبط القنابل البركانية بالنشاط الانفجاري، الذي تسبقه هزات وأصوات مدوية، وتترافق مع انبعاث عمود كبير من الغازات والبخار الضخامي من فوهة البركان (انظر الصورة). غالباً ما تمتد هذه الغازات والأبخرة إلى الأعلى، متخذة شكل شجرة الصنوبر.



منظر قطاعي لبركان نموذجي (أدناه)

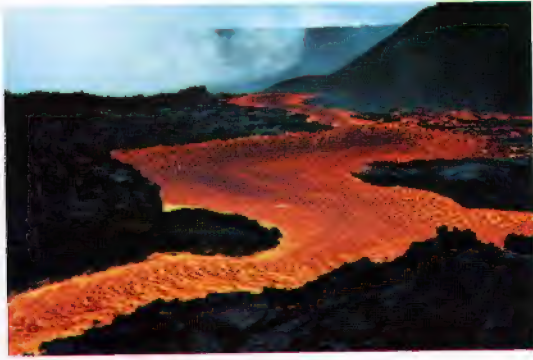
يظهر الرسم البياني منظراً قطاعياً للغلاف اليابس في منطقة بركانية. يبين الرسم عناصر البركان الأساسية والمظاهر النموذجية للأرض البركانية. تتجمع الصهارة في خزان الصهارة، ثم تصل إلى السطح عبر شقوق في القشرة أو على طول خطوط الوهن. تبقى الصهارة (التي تصبح حمماً عند خروجها إلى السطح)، بعد ذلك في الغلاف اليابس وتبرد ببطء لتشكل «اللاكويت» (لاكويت: كتلة من الصخور الاندساسية المتوافقة تشبه الخزّان المقبّب).

- (أ) مخروط بركاني مؤلف من طبقات من الحمم والمواد المنبعثة.
(ب) عنق بركاني.
(ج) مخاريط منفردة.
(د) صخور رسوبية (حجر رملي، حجر كلسي، طين صفحي).
(هـ) صخور متحوّلة.
(و) خزان الصهارة.
(ز) لأكوليت.

سانتورين، الانفجار البركاني الذي دمر حضارة

تنتمي جزيرة سانتورين إلى مجموعة جزر السيكلاد الواقعة في جنوب بحر إيجه. وتشكل سانتورين أحد الآثار الباقية من أرض ايجيد القديمة التي كانت تصل اليونان بآسيا الصغرى. قبل ١٢٥٠ ق.م، كانت سانتورين، المعروفة في ذلك الوقت باسم تيرا، جزيرة تقع على المحيط الدائري لمنطقة كانت تزدهر فيها حضارة من النوع الكريتي المينوي.

حوالي ١٢٥٠ ق.م، دمر ثوران بركاني عنيف الأقسام الداخلية المأهولة من الجزيرة التي تحولت إلى ركام. ولم يبق من الجزيرة سوى قطاع هلالى الشكل وعدد من الجزر الصغيرة. وهكذا، قضى على جماعة بحرية مزدهرة في بدء نشأتها. يؤكد بعض علماء الآثار أن كارثة تيرا تفسّر الانهيار المفاجيء للحضارة الكريتيّة المينوية. ويعتقدون ذلك بأن الرماد المنبعث من تيرا قضى على النبات وجعل مرفأء كريت غير صالحة للإبحار. في الأرمئة الحديثة، بدأ بركان سانتورين، الذي كان ساكناً، يظهر بعض الدلائل على عودة النشاط البركاني. في ١٩٥٦، وفي أقل من دقيقة واحدة، دمر ٢٠٠٠ بيت على الجزيرة. في الصورة، تظهر جزيرة نيا كاميني كما تبدو من جزيرة سانتورين.



سيول الحمم

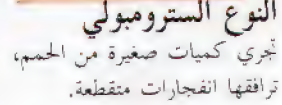
سيول من الحمم تتمتع على سفوح بركان بيتون دو لا فورنايز Piton de la Fournaise القائم على جزيرة ريونيون، وهي جزيرة واقعة في المحيط الهندي إلى الشرق من مدغشقر. عندما تكون في حالة السيولة، تجري الحمم، التي تراوح حرارتها بين ٨٠٠ و ١٠٠٠ مئويّة، في أنهار وجداول، وتشكل شلالات وبحيرات.

أنواع البراكين



النوع الهاواي

يتميز بدفق مستمر من الحمم الشديدة السيولة.



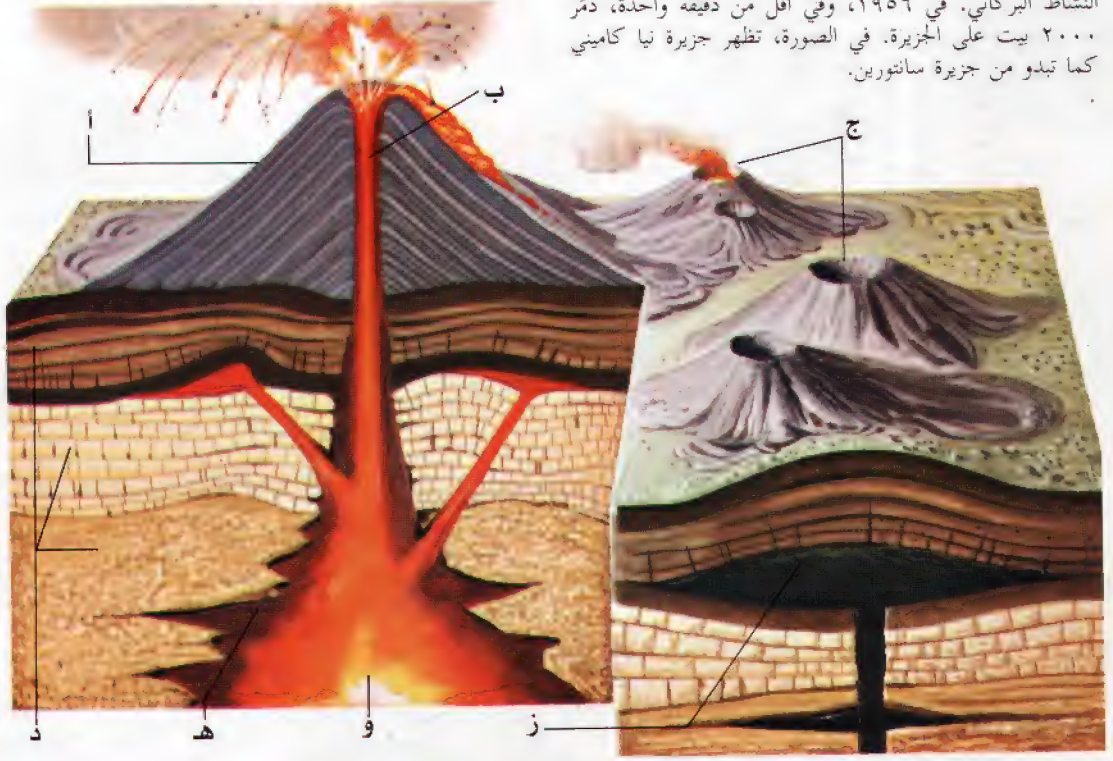
النوع السترومبولي

تجري كميات صغيرة من الحمم، ترافقها انفجارات متقطعة.



النوع الفولكاني

إطلاق عنيف لكميات من الرماد والمواد الأكبر حجماً، ترافقه سحابة من الدخان ممّيزة جداً.



البراكين

البركان فتحة في سطح الأرض تنور (أي تنشق) منها اللابة^(١) Lava والغازات الحارة وشظايا الصخور. تتشكل هذه الفتحة لدى اندفاع الصخور المنصهرة من الأعماق إلى السطح. معظم البراكين جبال ذات أشكال مخروطية في الغالب. وقد تشكلت هذه الجبال من جراء تراكم اللابة ومواد أخرى مقدوفة خلال الثورات البركانية.

وتشكل الثورات البركانية مشاهد مذهلة. ففي بعض الثورات، ترتفع غيوم نارية ضخمة فوق الجبل وتنساب أنهار من اللابة المتوهجة على جوانبه. وفي ثورات أخرى، ينطلق رماذ وجمر أحمر اللون وحار جداً من الفوهة، وتُذف كُتل كبيرة من الصخر في الهواء. وقد تؤدي الثورة البركانية إلى تفجير الجبل بأسره في حال الثورات العنيفة.

ويحصل بعض الثورات في جزر بركانية هي في الواقع جبال بركانية تكونت من تراكم اللابة فوق قاع المحيط حتى برزت إلى سطحه. وتحدث ثورات أخرى خلال شقوق في قاع المحيط، وفي هذه الحال تنوزع اللابة بعيداً عن الشقوق فتصيف عند تجمعها طبقات إضافية إلى القاع.

ولطالما دهش الناس أمام الثورات البركانية وخافوا من شدتها. فالكثير من الانفجارات البركانية خلقت كوارث عدة خلال التاريخ، فمحت مدناً بأسرها عن وجه الأرض وأودت بحياة آلاف الناس. وقد لعبت البراكين دوراً كبيراً في ديانات الشعوب القديمة. وتشتق التسمية التي يطلقها الأوروبيون على

البراكين من فولكان Vulcan، إله النار عند الرومان القدماء، الذين كانوا يعتقدون أن هذا الإله كان يحيا تحت جزيرة واقعة في البحر مقابل الساحل الإيطالي. وقد أسماوا الجزيرة فولكانو.

كيف يتشكل البركان؟

تتشكل البراكين بفعل قوى شديدة الطاقة في باطن الأرض، ما يزال العلماء غير مستوعبين لها تماماً. لكن عدة نظريات تحاول شرح كيف تُشكل هذه القوى البراكين. ونورد هنا النظرية الأكثر شيوعاً حول تشكيل البراكين وثوراتها.

بداية البركان: تبدأ البراكين على شكل صهارة Magma، وهي صخور مصهورة في باطن الأرض بسبب الحرارة الشديدة هناك. فعند أعماق معينة، تصل درجة الحرارة إلى مستويات عالية جداً بحيث تصهر الصخور بشكل جزئي. وعند انصهار الصخور، تتولد كميات كبيرة من الغاز تختلط مع الصهارة. ويتشكل معظم الصهارة على عمق يتراوح بين ٨٠ و ١٦٠ كم تحت سطح الأرض، ويتشكل بعضها على عمق ٢٤ إلى ٤٨ كم.

ترتفع الصهارة المزوجة بالغاز إلى السطح تدريجياً لأنها أخف من الصخور الصلبة المحيطة بها. وأثناء هذه العملية، تصهر الصهارة بعض الصخور الصلبة وتفتح فيها فجوات. وتتجمع الصهارة بعد ذلك في حجرة تبعد عن سطح الأرض ٣ كيلومترات فقط. وتشكل حجرة الصهارة Magma Chamber الحزان الذي يغذي البركان بالمواد التي يقذفها عند ثورانه.

ثورة البركان: تخضع الصهارة الغنية بالغازات في حجرتها لضغط كبير يفرضه وزن الصخور المحيط بها. وبسبب هذا الضغط، تنفجر الصهارة أو تفتح لنفسها قناة بصهر الصخور المشققة أو الضعيفة. وتفلت الصهارة من عقالها، فتفجر فتحة تسمى المنفذ المركزي Central Vent ينطلق منها معظم الصهارة والمواد البركانية التي تحملها. وتتراكم المواد تدريجياً حول هذا المنفذ حتى تتشكل جبلاً هو البركان. وبعد توقف الثورات، تتشكل فوهة شبيهة بالزبدية Bowl على قمة البركان. ويقع المنفذ المركزي تحت الفوهة مباشرة.

وبعد تكون البركان، لا يصل كل الصهارة المقدوفة في الثورات اللاحقة إلى السطح عبر المنفذ المركزي. فبعض الصهارة المنطلقة إلى أعلى يخترق جدار القناة، ويفتح قنوات أصغر في جانب البركان يخرج منها بعض الصهارة، فيما يبقى جزء كبير منها في الداخل.

أنواع المواد البركانية:

تقذف البراكين ثلاثة أنواع رئيسية من المواد، وهي اللابة، شظايا الصخور والغازات. ويختلف محتوى المادة المقدوفة بحسب درجة لزوجة الصهارة.

اللابة: هي الصهارة التي نجحت في الخروج إلى سطح الأرض. عندما تصل اللابة إلى السطح، تكون حمراء وحارة، وتجاوز درجة حرارتها ١١٠٠ درجة مئوية. وتتميز اللابة المائعة بانسيابها السريع على سفوح البركان بينما تسيل اللابة اللزجة ببطء. وحين

تبرد اللابة، تتجمد في أشكال عدة. فاللابة المائعة تتجمد في طبقات صخرية ناعمة وملتوية تسمى باهو هو Pahoehe. أما اللابة اللزجة فتتشكل طبقات صخرية خشنة ومثلثة تسمى آي آي AA. وتغطي الباهو هو والآي آي مساحات كبيرة في هاواي، البلد الذي نشأت فيه التسميتان. وتشكل اللابة المتميزة بلزوجة شديدة جلاميد Boulders وكتلاً صخرية تسمى انسيابات كتلية Block Flows. ويمكن أن تشكل أيضاً هضاباً صغيرة من اللابة تسمى قباباً Domes.

ومن تشكيلات اللابة الأخرى مخاريط الرذاذ Spatter Cones والأنابيب اللابية Lava Tubes. ومخاريط الرذاذ عبارة عن تلال حادة الشفوح لا يزيد ارتفاع واحدتها عن ٣٠ م، وهي تتشكل من رذاذ اللابة المتطاير عند ثوران البركان. أما الأنابيب اللابية فأنفاق تكونها اللابة المائعة التي تبرد من الخارج وتتصلب، فيما تظل اللابة الداخلية سائلة وجارية. وبعد انتهاء جريان اللابة، تخلف اللابة الداخلية أنفاقاً داخلية.

شظايا الصخور: وتسمى أيضاً التفرات Tephra، تشكيلات من الصهارة اللزجة إلى درجة لا تسمح بخروج الغاز المجتمع فيها بسهولة عندما تقترب الصهارة من السطح أو المنفذ المركزي. لكن الغاز لا يلبث أن يجمع ضغطاً كبيراً يفجر اللابة إلى شظايا. وأنواع الشظايا الصخرية ثلاثة، وهي مرتبة من الأصغر إلى الأكبر، كما يلي: الغبار البركاني والزماذ البركاني والقنابل البركانية.

(١) اللابة: الحميم البركانية.

بركان درعي من نوع الهاواي





بركان مركب في جبل بيلي، المارتينيك



بركان درعي من النوع الهاواي



بركان مخروطي جمرى من النوع السترومبولي



والجبال أيضاً - في أمكنة محدّدة. بحسب هذه النظرية، يقسم سطح الأرض إلى عدد من القطع الصخرية الصلبة تسمى صفائح. وتتحلق هذه الصفائح أو تنجرف باستمرار فوق طبقة من الصخر المصهور جزئياً. وتتقارب كل صفيحتين متجاورتين أو تتباعدان بمقدار ١ إلى ١٠ سم في السنة. وتتصادم أطراف الصفائح جزاء هذه الحركة أو تتباعد أو تنتقل بمحاذاة بعضها البعض. ويقع معظم البراكين على حدود الصفائح.

يتشكّل معظم البراكين حيث تتصادم صفيحتان وتتدخل إحداها تحت الأخرى. وأثناء هبوط الصفيحة المقتحمة ينصهر جزء منها بسبب الاحتكاك وحرارة الأرض. ويرتفع بعد ذلك القسم المنصهر على شكل صهارة، التي ما إن تصل إلى سطح الأرض حتى تبدأ بتكوين بركان.

ويحدث نشاط بركاني حيث تتباعد صفيحتان، وهذا أمر يغلب حدوثه في قاع المحيطات. فمع تباعد الصفيحتين، يسهل للصهارة المجمعة تحتها بالبروز إلى أعلى، عبر المساحة التي تفصل بين الصفيحتين. وتخرج كمية كبيرة من اللابة إلى قاع المحيط، وبسبب تراكبها تنشأ سلاسل جبال تحت سطح المحيط مثل التثوء الأطلسي المتوسط Mid-Atlantic Ridge الذي يمتدّ على طول المحيط الأطلسي. وليست جزيرة إيسلندا والجزر البركانية القريبة منها سوى أجزاء من هذه السلسلة باتت أعلى من سطح المياه.

وبعض البراكين، كذلك المنتشرة في هاواي، يقع بعيداً عن حدود الصفائح. ويعتقد بعض العلماء

في طبقات متناوبة حول المنفذ لتشكّل جيلاً مخروطي الشكل وعالياً. ومن الأمثلة، جبل فوجيما الزائع في اليابان، بركان مايون Mayon في الفيليبين وبركان فيزوف Vesuvius في إيطاليا. في سنة ٧٩ ميلادية، ثار فيزوف وطمرت مقدوفاته المدن القريبة منه: بومبي Pompeii وهركيولانيوم Herculaneum وستابيا Stabia، تحت كتلة من الرماد والغبار والجمر. ويعتبر جبل سانت هيلين St. Helens، الذي انفجر عدّة مرّات منذ سنة ١٩٨٠، أحد أكثر البراكين المركّبة نشاطاً في الولايات المتحدة.

قد يحدث أن تفرغ حجرة الصهارة التابعة لبركان درعي أو أحد مخاريط الجمر أو بركان مركّب، وذلك بعد انبثاق معظم محتوياتها إلى الخارج. وبسبب فراغ الحجرة، لا تعود قادرة على حمل البركان الذي يعلوها، فينهار جزء كبير منه مشكّلاً فوهة ضخمة تسمى كالديرا Caldera. من الأمثلة، بحيرة كرايتر Crater Lake في الأوريغون Oregon، إحدى الولايات المتحدة، وهي كالديرا مملوءة بالمياه، يبلغ أقصى طول لها ١٠ كم وعمقها ٥٨٩ م.

لماذا تتواجد البراكين في أمكنة معينة؟

تكثّر البراكين على حزام وهمي يطوّق المحيط الهادئ يسمى دائرة النار Ring of Fire. كما تنشط البراكين في هاواي وإيسلندا وجنوبي أوروبا وفي قاع المحيطات.

وقد طوّر العلماء نظرية أسموها تكتونية الصفائح تفترس سبب وجود معظم البراكين - ومعظم الزلازل

البركانية، لكنّ البعض الآخر يتأتّى من المياه الباطنية التي ترتفع حرارتها حين تحتك بالصهارة. وتحمل الغازات كميات كبيرة من الغبار البركاني التي تجعل الغازات تبدو كدخان أسود.

أنواع البراكين:

يقسم العلماء البراكين إلى ثلاث مجموعات رئيسية: براكين درعية Shield Volcanoes، مخاريط الجمر Cinder Cones وبراكين مركّبة Composite Volcanoes. وتختلف أشكال البراكين من مجموعة إلى أخرى، كما تختلف المواد التي تشكّلت منها.

البراكين الدّرعية: تشكّل عندما تنتشر كمية كبيرة من اللابة سهلة الانسياب على مساحة شاسعة حول المنفذ. ولا تلبث اللابة أن تكوّن جيلاً منخفضاً وعريضاً يشبه القبة. من أبرز الأمثلة جبل ماونا لوا Mauna Loa في هاواي الذي تشكّل من آلاف التدفّقات المستقلة والمتراكمة للابة. وتصل سماكة كل طبقة إلى أقل من ١٥ م.

مخاريط الجمر: تتكوّن عندما تنبثق التفرا Tephra من المنفذ وتتساقط حوله. وتتراكم التفرا، وهي عبارة عن جمرات، لتشكّل جيلاً شبيهاً بالخروط. من أبرز الأمثلة جبل پاريكوتين Paricutin في غربي المكسيك. وقد انفجر البركان في العام ١٩٤٣ عندما انفتح شقّ في حقل للذرة. وعندما انتهت ثوراته في العام ١٩٥٢، بلغ ارتفاع الجبل المخروطي ٤١٠ م.

البراكين المركّبة: تشكّل بعد انبثاق لابة وتفرأ في الوقت نفسه من منفذ واحد. وتتراكم المادّتان

يتألف الغبار البركاني من جسيمات يقلّ قطرها عن ٠.٢٥ مم، وهو قادر على الطيران إلى مسافات بعيدة عن البركان. وفي العام ١٨٨٣، ثار بركان كراكاتاو Krakatau في أندونيسيا، وقذف غباراً وصل إلى ارتفاع ٢٧ كم في الهواء. وقد حمل الغبار إلى بقع عدّة من الأرض مشكّلاً غروباً أحمر اللون في أكثر من بلد. ويعتقد بعض العلماء أن الغبار البركاني قادر على إحداث تغييرات مناخية لأنّه يحدّ من كمية ضوء الشّمس الواصل إلى الأرض.

ويتألف الرماد البركاني من شظايا يقلّ قطرها عن ٠.٥ سم. ويتراكم معظم الرماد البركاني على السطح، ويتحد في صخور تسمى طفّات بركانية (جمع طفّة Volcanic Tuff). ويتحد الرماد البركاني أحياناً مع مياه الأنهار القريبة، فيشكّل أنهاراً طينية Mudflows تغلي مياهها وتصل سرعة جريانها إلى ٩٧ كم في الساعة، ويمكن أن يكون لها مفعول تخريبي شديد الوطأة.

أما القنابل البركانية فشظايا كبيرة الحجم يراوح حجمها بين حجم كرة المضرب وكرة السلّة. ولا يزيد طول القنبلة البركانية عن ١.٢ م ووزنها عن ٩١ طناً مترياً. وتسمى القنابل الصغيرة جمرات Cinders.

الغازات: تخرج الغازات من البراكين بكميات كبيرة جداً خلال ثوراتها. ويغلب على الغازات بخار الماء، إضافة إلى كميات أقلّ من ثاني أكسيد الكربون والتروجين وثاني أكسيد الكبريت وغازات أخرى. ويأتي معظم البخار من الصهارة

بركان درعي من النوع الهاواي



أن هذه البراكين نشأت عندما برز عمود ضخمة من الصهارة من داخل الأرض إلى سطحها. ويسمى هذا العمود، الذي يبلغ قطره ١٦٠ كم ويزيد ارتفاعه بين ١٣ و ٢٥ سم كل عام، ريشة الوشاح Mantle Plume. ويحدث في بعض الأحيان أن يرتفع هذا العمود إلى السطح بحيث يسمح لقسم من الصهارة باحتراق السطح وتشكيل بركان.

دراسة البراكين:

تسمى دراسة البراكين علم البراكين Volcanology. وتركز هذه الدراسة على طبيعة الثورات البركانية وأسبابها، وقد أنقذ هذا الفرع من المعرفة الكثير من الحيوانات. وقد أنشأ علماء البراكين عدداً من المراصد على سفوح الكثير من البراكين أو حافاتها. ومن هذه المراصد، تلك الموجودة على براكين جبل أساما Asama في اليابان وكيلاولا Kilauea في هاواي وفيزوف في إيطاليا.

تصنيف النشاط البركاني: يصنف العلماء البركان على أساس الوقت الذي يمر بين ثورة وأخرى. فالبركان يكون ناشطاً، متقطعاً، هامداً أو خامداً.

ثور البراكين الناشطة بشكل دائم وهادئ بشكل عام، لكن ثورة عنيفة تحدث من وقت لآخر. من أبرز البراكين الناشطة سترومبولي الواقع على جزيرة أمام الساحل الإيطالي.

تنفجر البراكين المتقطعة خلال فترات منتظمة تقريباً. من هذه البراكين جبل أساما في اليابان وجبل

إتنا Etna في صقلية وهوالالاي Hualalai في هاواي.

والبراكين الهامدة غير ناشطة، ولكن منذ مدة غير كافية للتأكد من أنها لن تثور مجدداً. من هذه البراكين «النائمة» قمة لاسن Lassen في كاليفورنيا في الولايات المتحدة وباريكوتين في المكسيك.

أما البراكين الخامدة فلم تشهد أي ثورة منذ بداية التاريخ المسجل. ومن الأمثلة، أكونكاجوا في الأرجنتين وجبل كينيا في كينيا. ويرجح العلماء أن هذه البراكين لن تنفجر مجدداً.

تصنيف الثورات البركانية: يقسم العلماء الثورات البركانية إلى أربع مجموعات أساسية: الهاوائية، السترومبولية، الفولكانية والبيلية. ويعتمد التقسيم على درجة عنف الثورة ونوع المقذوفات.

الثورات الهاوائية، التي أسسها كذلك نسبة إلى براكين هاواي، هي الأقل عنفاً، تُقذف خلالها لابة مائعة جداً تسيل ببطء من عدة منافذ وتتراكم لتشكل تدريجياً براكناً درعياً.

والثورات السترومبولية، واسمها نسبة إلى سترومبولي، تنتج عن تسرب متواصل للغازات من الصهارة. ومع خروج الغازات، تنتج الثقا التي تتراكم لتشكل مخروط جمر.

وفي حال الثورات الفولكانية، واسمها مستمد من جزيرة فولكانو البركانية أمام الساحل الإيطالي، تسد الصهارة اللزجة المنفذ المركزي، فيتراكم الغاز ويزداد الضغط حتى تنفجر الصهارة على شكل غبار وقنابل بركانية.

أما الثورات البيلية فهي الأعنف، ويأتي اسمها من ثورة جبل بيلي في المارتنيك، إحدى جزر الانتيل الصغرى، في العام ١٩٠٢. وقد أودت هذه الثورة بحياة ٣٨,٠٠٠ شخص. وفي الثورات البيلية، يتراكم الغاز في صهارة شديدة اللزوجة، فيشكل ضغطاً هائلاً. ولا يلبث الضغط أن يفجر البركان فتنفجر غيوم متوهجة من الرماد والغبار الحارين. وفي الثورات البيلية، يتفجر جزء كبير من البركان نفسه.

التنبؤ بالثورات البركانية: يركز العلماء على هذه التاحية كثيراً. فإذا ثار بركان ما، لا يمكن فعل الكثير لحماية الأملاك القريبة منه من الخراب. لكن الكثير من الأرواح يمكن إنقاذها، إذا تم إجلاء الناس من المنطقة المحيطة ببركان يُعتقد أنه على وشك الانفجار.

لا يمكن التنبؤ بمعظم الثورات البركانية. لكن بعض البراكين، لا سيما تلك التي في هاواي، يملك نظام تنبيه مسبق مبنياً فيه. فقبل أن ينفجر أحد هذه البراكين، يزداد حجمه بفعل الصهارة المتجمعة في حجرة الصهارة. ومع ارتفاع الصهارة، يحدث بعض الهزات الأرضية، وترتفع درجات الحرارة في المناطق المحيطة، ويبدأ بعض الغازات بالخروج من المنفذ.

ويستخدم العلماء عدداً من الأجهزة للتنبؤ بانفجار براكين من هذا النوع. فهم يلجأون إلى آلة تسمى مقياس الميل Tiltmeter لقياس ازدياد حجم البركان. ويستعملون أيضاً راسم الزلازل Seismograph لمعرفة قوة الزلازل الحاصلة قبيل

الثورة البركانية. وتقيس موازين الحرارة Thermometers ارتفاع درجات الحرارة في المنطقة، كما تقيس أجهزة خاصة مقدار الغازات المندفعة من البركان.

منافع البراكين:

البراكين من أقوى وسائل التدوير الطبيعية. منذ القرن الخامس عشر، قتلت البراكين أكثر من ٢٠٠,٠٠٠ شخص. لكن للبراكين منافع. فللمقذوفات البركانية منافع صناعية وكيميائية. وتستخدم الصخور المشكّلة من اللابة المتجمدة في بناء الطرقات. ويستعمل الخفاف، وهو زجاج طبيعي يخرج من اللابة، في طحن الصخور والمعادن ومواد أخرى، وصقلها. وتستخدم ترسبات الكبريت الناجمة عن الثورات البركانية في صناعة المواد الكيميائية. ويحسن الرماد البركاني بعد تعرضه للتجوية من خصوبة التربة.

وفي الكثير من المناطق البركانية، يستخدم الناس بخار الماء الصادر من تحت الأرض مصدراً للطاقة. هذه الطاقة الحرارية الباطنية تنتج الكهرباء في بعض الدول مثل إيطاليا والمكسيك ونيوزيلاندا والولايات المتحدة. وفي ريكيافيك، عاصمة إيسلندا، يدق معظم السكان منازلهم بمياه تضيء إليها من ينابيع الماء البركانية الحارة.

وتشكل البراكين أخيراً «نوافذ» لباطن الأرض. فالمقذوفات البركانية تساعد العلماء على معرفة أوضاع باطن الأرض.

ثوران جبل سانت هيلين: يقع البركان المعروف بجبل سانت هيلين في الجزء الجنوبي الغربي من ولاية واشنطن في الولايات المتحدة الأمريكية، وقد بدأ بالثوران في ٢٧ آذار ١٩٨٠ بعد فترة طويلة من السكون. واستمر البركان في البقبة حتى أول ثوران كبير في ١٨ أيار ١٩٨٠. أطلق هذا الانفجار العنيف في الجو سحباً من الرماد والشتايا البركانية الأخرى وتسبب بمقتل ٥٧ شخصاً. بعد حدوث الثوران، انخفض ارتفاع الجبل من ٢٩٥٠ متراً إلى ٢٥٥٠ متراً.





بركان مخروطي جعفري



من البراكين المركبة من النوع القلواني



من البراكين المركبة



بركان درعي من النوع الهاواي



بركان مركب من النوع السترومبولي



صهارة مجمدة بشكل شجرة فوق فوهة بركان



بركان كيلاويا في جزر هاواي. أثناء ثوران عام ١٩٥٩، انفتحت فوهة صغيرة على جانب بركان درعي كبير امتدت منحدراته في المحيط الأطلسي إلى عمق ٥٠٠٠ متر



الثلوج تغطي بركان سورتسي في إيسلاندا

بعض براكين العالم الشهيرة

الاسم والموقع	الارتفاع (فوق مستوى البحر)	النوع	حقائق مثيرة للاهتمام
كوتوپاكسي Cotopaxi - الإكوادور	٥٨٩٧ م	مركب	ثار الكوتوپاكسي، وهو أعلى بركان ناشط في العالم، أكثر من ٥٠ مرة منذ أول انفجار مسجل له سنة ١٥٣٢.
إتنا Etna - صقلية، إيطاليا	٣٣٢٣ م	مركب	تم تسجيل أكثر من ٢٠٠ انفجار لبركان إتنا، وهو أحد أكثر البراكين نشاطاً في أوروبا.
كيلاوا Kilauea - هاواي، الولايات المتحدة	١٢٤٣ م	درع	ارتفع ينبوع من الحمم خلال ثوران فجوة كيلاوا إيكي الأنثوية سنة ١٩٥٩، ٥٨٠ متراً في الجو، وهو رقم قياسي لانفجار بركاني في هاواي.
كراكاتاو Krakatau - أندونيسيا	٨١٣ م	مركب	سُمع دوي الانفجار الهائل الذي جرى سنة ١٨٨٣ على بعد ٤٧٠٠ كم، وتسببت أمواج هائلة تدعى التسونامي بهلاك ٣٦,٠٠٠ نسمة.
ماونا لوا Mauna Loa - هاواي، الولايات المتحدة	٤١٦٩ م	درع	يرتفع الماونا لوا، وهو أكبر بركان في العالم، أكثر من ٩٠٠٠ م فوق أرض المحيط، ويتجاوز حجمه ٤٠,٠٠٠ كم ^٣ .
جبل كاتماي Mount Katmai - ألاسكا، الولايات المتحدة	٢٠٤٧ م	مركب	سنة ١٩١٢، أدى تدفق هائل من الرماد خرج من فجوة نوفاروينا الأنثوية إلى تشكيل «وادي العشرة آلاف دخان».
جبل بيلي Mount Pelée - المارتينيك	١٣٩٧ م	مركب	تسبب ثورانه، سنة ١٩٠٢، بمقتل أكثر من ٣٠,٠٠٠ شخص وترميد مدينة سان بيار في بضع دقائق.
جبل سانت هيلين Mount St. Helens - واشنطن، الولايات المتحدة	٢٥٥٠ م	مركب	أدت قوة الانفجار الذي حدث سنة ١٩٨٠ إلى اقتلاع ما يقارب ٤٠٠ متر من قمة البركان، وتدمير أكثر من ٦٠٠ كم ^٢ من الغابات المحيطة به.
باريكوتين Parícutin - المكسيك	٢٧٧٥ م	مخروط جبري	الباريكوتين هو أول بركان تمت مراقبته علمياً منذ المراحل الأولى لتشكيله، وقد بدأ كشق صغير في حقل مزارع سنة ١٩٤٣.
سترومبولي Stromboli - إيطاليا	٩٢٦ م	مركب	يثور السترومبولي، وهو بركان جزيرة، بلا توقف تقريباً، منذ ما يزيد عن ٢٠٠٠ سنة، قاذفاً شظايا الحمم المتوهجة بمعدل مرة كل بضع دقائق أو بضع ساعات.
سورتسي Surtsey - إيسلاندا	١٧٣ م	جزيرة مكونة من: مخروط جبري وسيل من الطفح	شكلت الانفجارات البركانية التي حدثت تحت سطح الماء، جزيرة سورتسي التي ظهرت فوق سطح البحر سنة ١٩٦٣. تتجاوز مساحة سورتسي اليوم ٢,٨ كم ^٢ .
تامبورا Tambora - أندونيسيا	٢٨٥١ م	مركب	أطلق بركان تامبورا خلال ثورانه سنة ١٨١٥، وهو أكبر ثوران في التاريخ الحديث، رماداً ومواداً بركانية أخرى أكثر من ٨٠ مرة مما أطلق جبل سانت هيلين سنة ١٩٨٠.
فيزوف Vesuvius - إيطاليا	١٢٧٧ م	مركب	دمر الانفجار الشهير الذي حدث سنة ٧٩ ميلادية مدن بومبي وستابيا وهركيولانيوم.

ترتفع بالنسبة للجانب الآخر وتركب فوقه، أو أن تنزلق إلى الأمام متجاوزة الكتلة الأخرى.

كيف ينتشر الزلزال؟

عندما يحدث زلزال، يطلق انكسار الصخور العنيف كمية من الطاقة تنتقل عبر طبقات الأرض على شكل اهتزازات تُعرف بالموجات الزلزالية. وتنتشر الموجات الزلزالية في جميع الاتجاهات انطلاقاً من بؤرة الزلزال. ومع ابتعادها عن البؤرة، تضعف الموجات تدريجياً. لهذا السبب، يخفّ عادة اهتزاز الأرض كلما ابتعدنا عن البؤرة.

هناك نوعان رئيسيان من الموجات الزلزالية: الموجات الجوفية والموجات السطحية. الموجات الجوفية هي أسرع الموجات الزلزالية، وتنتشر عبر طبقات الأرض. أما الموجات السطحية الأكثر بظلاً فتنتشر على سطح الأرض.

الموجات الجوفية: تتسبب بمعظم الأضرار الناتجة عن الزلزال. ونجد نوعين من الموجات الجوفية: الموجات التضاغطية وموجات القص أو الموجات المستعرضة. في مرورها عبر طبقات الأرض، تتسبب الموجات الجوفية باهتزاز الجسيمات الصخرية بطرق مختلفة. فالموجات التضاغطية تدفع الصخر وتشده؛ وتتسبب هذه الموجات بتقلص وتمدد المباني وغيرها من المنشآت. أما موجات القص أو الموجات المستعرضة، فتتحرك الصخور من جنب إلى آخر وتتسبب باهتزاز المباني. وتستطيع الموجات التضاغطية الانتشار في الجوامد والسوائل والغازات في حين أنّ موجات القص لا تستطيع المرور إلا عبر الجوامد.

الموجات الانضغاطية هي أسرع الموجات الزلزالية، وهي التي تصل أولاً إلى الأماكن البعيدة. ولهذا السبب، فإن الموجات الانضغاطية تُعرف أيضاً بالموجات الأولية، بينما تُعرف موجات القص، التي تنتشر ببطء أكبر وتصل بالتالي بعدها، بالموجات الثانوية.

وتنتشر الموجات الجوفية بسرعة أكبر في عمق الأرض مما تنتشر قرب السطح. فعلى الأعماق التي لا تتجاوز ٢٥ كيلومتراً، تنتشر الموجات التضاغطية بسرعة ٦,٨ كيلومترات بالثانية تقريباً، وتنتشر موجات القص بسرعة ٣,٨ كيلومترات بالثانية. وعلى عمق ١٠٠٠ كيلومتر، تنتشر الموجات بسرعة أكبر بمرة ونصف.

الموجات السطحية: هي موجات بطيئة وطويلة تولّد عند الناس إحساساً بالتأرجح، ولا تتسبب بأي ضرر يذكر في المباني والمنشآت. هناك نوعان من الموجات السطحية: موجات لوف وموجات رالي.

تنتشر موجات لوف أفقياً عبر سطح الأرض وتحرك الأرض من جانب إلى آخر. وتتسبب موجات رالي بتموج سطح الأرض مثل الأمواج على سطح البحر. وتنتشر موجات لوف النموذجية بسرعة ٤,٤ كيلومترات بالثانية تقريباً، فيما تنتشر موجات رالي، وهي أبطأ الموجات الزلزالية على الإطلاق، بسرعة ٣,٧ كيلومترات بالثانية تقريباً. وقد سُمّي هذان النوعان من الموجات نسبة للفيزيائيين البريطانيين أغسطس إ. ه. لوف Augustus E. Love و H. Love ولورد رالي Lord Rayleigh اللذين تبنّا رياضياً بوجود هذه الموجات في العامين ١٨٨٥ و ١٩١١، على التوالي.

الأضرار التي تسببها الزلازل:

كيف تتسبب الزلازل بالأضرار؟

تُلحق الزلازل الضرر بالمباني والجسور والسدود وغيرها من المنشآت، إضافة إلى الكثير من المعالم الطبيعية. في جوار الصدوع، ينتج الدمار عن إزاحة كتل كبيرة من قشرة الأرض، وهو ما يُعرف بالانزلاق الصدعي، وعن اهتزاز الأرض بفعل الموجات الزلزالية. أما بعيداً عن الصدع، فينتسب الإهتزاز بالقسم الأكبر من الضرر. وقد تتسبب الزلازل التيجيرية بأمواج تسونامي هائلة تغمر المناطق الساحلية. ومن الأخطار الأخرى الناتجة عن الزلازل، نذكر سقوط الصخور وهبوط الأرض وسقوط الأشجار أو أغصان الأشجار.

الانزلاق الصدعي: عند وقوع الزلزال، لا تريح الكتلة الصخرية على أحد جانبي الصدع إلا بشكل ضئيل جداً في بعض الحالات، لكنّها في حالات أخرى تريح عدّة أمتار. وفي بعض الزلازل، لا يريح سوى الصخر الموجود على عمق كبير في الأرض، ولا يحدث أي نوع من الحركة على سطح الأرض. وفي الزلازل القوية جداً، قد



الأرواح. وتولّد الزلازل الكبيرة التي تحدث تحت سطح المحيط، سلسلة من الأمواج الهائلة المدمرة التي تُعرف بالتسونامي (الأمواج المدّية)، والتي يمكن أن تغمر السواحل على مسافة عدّة كيلومترات.

وفي معظم الحالات، لا تقتل الزلازل الناس بشكل مباشر، بل يقع الكثير من الوفيات والإصابات نتيجة سقوط الأشياء وانهار الأبنية والجسور وغيرها من المنشآت. وتشكّل أيضاً الحرائق الناتجة عن تحطّم أنابيب الغاز أو تقطّع الخطوط الكهربائية خطراً كبيراً على الأرواح والممتلكات أثناء حدوث الزلزال. وقد يتسبب الزلزال أيضاً بتسرب المواد الكيميائية الخطرة.

وتتوقّف قوّة الزلزال على مدى تشقّق الصخور وانزياحها. وتستطيع الزلازل القويّة أن تهزّ الأرض بعنف على مسافات كبيرة. أمّا في الزلازل الخفيفة، فقد لا يتجاوز اهتزاز الأرض الإهتزاز الذي يولّده مرور شاحنة كبيرة.

ويحدث في المعدّل زلزال قويّ واحد أقلّ من مرة واحدة كلّ سنتين. ويتسبب كلّ سنة أكثر من ٤٠ زلزالاً معتدلاً بأضرار وخسائر في أماكن متفرقة من العالم. ويحدث كلّ سنة حوالي ٤٠,٠٠٠ إلى ٥٠,٠٠٠ زلزال صغير، يشعر بها الناس لكنّها لا تتسبب بأي أضرار.

كيف يبدأ الزلزال؟

يحدث معظم الزلازل على طول الصدوع؛ والصدع هو كسر في قشرة الأرض الصخرية الخارجية، ينزلق على طولها قطاعان صخريان، الواحد بمحاذاة الآخر على نحو متكرر. وتحدث الصدوع في المناطق الضعيفة من قشرة الأرض. ويقع معظم الصدوع تحت سطح الأرض، إلا أنّ بعضها، مثل صدع سان أندرياس في كاليفورنيا، يكون مرئياً على السطح. وتؤدي قوى الإجهاد في الأرض إلى تشويه أو حتي، كتل ضخمة من الصخور على طول الصدع. وعندما يصبح الإجهاد الذي يتعرض له الصخر قوياً بما فيه الكفاية، ينكسر الصخر وينقص فجأة متخذاً موقعاً جديداً، ما يؤدي إلى اهتزاز الأرض.

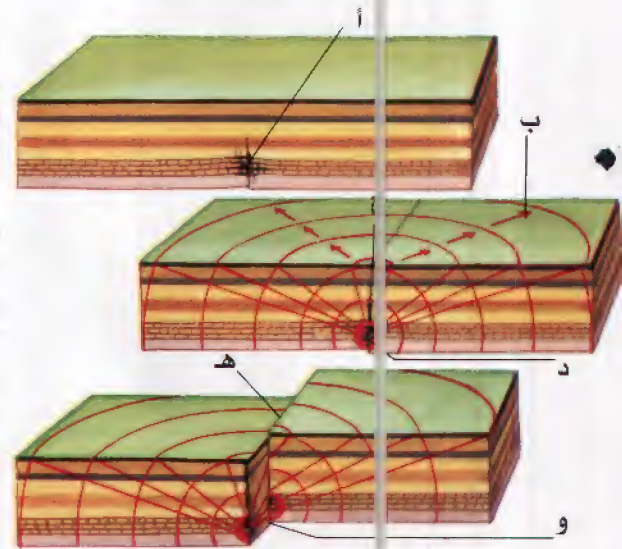
وتبدأ الزلازل عادة على عمق كبير تحت سطح الأرض. وتُعرف النقطة حيث تبدأ الصخور بالانشقاق تحت سطح الأرض بالبؤرة، أو مركز الزلزال الجوفي. وتقع بؤرة أكثرية الزلازل على أقلّ من ٧٢ كيلومتراً تحت سطح الأرض، إلا أنّ أعمق البؤر المعروفة كانت على عمق ٧٠٠ كيلومتر تقريباً تحت سطح الأرض. وتُعرف النقطة من سطح الأرض الواقعة فوق البؤرة مباشرة، بمركز الزلزال السطحي. ويزيد الشعور باهتزاز الأرض كلما اقتربنا من المركز السطحي.

من البؤرة، يمتدّ الكسر على طول الصدع. وتتوقّف سرعة امتداد الكسر على نوع الصخر. وقد يمتدّ بمعدّل ٣,٢ كيلومترات في الثانية في الجرانيت وغيره من الصخور الصلبة. وبهذه السرعة، يمكن للكسر أن يمتدّ أكثر من ٥٦٠ كيلومتراً في اتجاه واحد في أقلّ من ثلاث دقائق. ومع امتداد الكسر على طول الصدع، يمكن للكتل الصخرية على أحد جانبي الصدع أن تهبط تحت مستوى الجانب الآخر من الصدع، أو أن

خرائب جيّلياً: تاطي هذه الصورة فكرة واضحة عن قوّة الزلازل المدمرة. تعرّضت جيّلياً، وهي بلدة في وادي بيليتشه في صقلية، لهزّة عنيفة في كانون الأول ١٩٦٨ دمّرتها تدميراً كاملاً وأوقعت عدداً كبيراً من الضحايا.

مراحل الزلزال المتتالية

- (أ) نقطة التصدّع
- (ب) الموجات الزلزالية
- (ج) مركز الزلزال السطحي
- (د) المركز
- (هـ) خطّ الانكسار (الصدع)
- (و) إزاحة طرفي الصدع



الزلازل

الزلزال هو اهتزاز الأرض نتيجة انشقاق وانزياح أجزاء كبيرة من قشرة الأرض الخارجية الصخرية. وتُعتبر الزلازل من أقوى الظواهر الطبيعية على سطح الأرض، ويمكن أن تتسبب بنتائج مروعة. فالزلازل القويّة قد يطلق كمّاً من الطاقة تفوق بـ ١٠,٠٠٠ ضعف الطاقة التي أطلقتها أول قنبلة ذرية. وقد يحدث أن تتسبب حركة الصخور أثناء الزلازل بتغيير مجرى الأنهار. كما تُحدث الزلازل في بعض الأحوال انهيارات (انهيار الصخور والتربة) تتسبب بأضرار فادحة ويخسائر في

يحدث أن ترتفع الأرض فجأة ٦ أمتار أو أكثر. وقد يؤدي هذا الانزياح إلى تدمير أي بناء قائم فوق الصدع ونزعه من مكانه بعنف. وقد يؤدي أيضاً انزياح الكتل الصخرية إلى قلقلة الصخور والأثرية على المنحدرات ويتسبب بحدوث انهيارات. وإضافة إلى ذلك، فإنّ الانزلاق الصدعي يدرّ في بعض الحالات ضفاف الأنهار والبحيرات وغيرها من الأجسام المائية، ما يتسبب بحدوث فيضانات.

ويؤدي اهتزاز الأرض إلى تأرجح المنشآت على الجانبين وارتدادها صعوداً ونزولاً وتحركها بطرق عنيفة أخرى. وقد تنزلق المباني عن أسسها أو تنهار أو تُدمّر بفعل الاهتزاز.

وفي المناطق ذات التربة الطرية والرطبة، تحدث أحياناً عملية تمتع تزيد من الأضرار الناتجة عن الزلازل. ويحدث التمتع عندما يؤدي اهتزاز الأرض بشكل عنيف إلى تصريف الأثرية الرطبة مؤقتاً كسوائل وليس كجوامد. فكلّ ما يقوم على تربة مميعة قد يغوص في الأرض الطرية. كما تجري التربة المميعة أحياناً إلى الأراضي الخفيفة فتطمر كل ما يعترض سبيلها.

التسونامي: عندما يحدث زلزال على قاع المحيط، تُدفع مياه البحر المحيطة بعنف هائل، ما يولّد موجة كبيرة مدّمة أو أكثر تُعرف بالتسونامي أو بالأمواج الزلزالية. ويطلق البعض على التسونامي اسم الموجة المدّية، لكنّ العلماء يعتبرون أنّ هذه التسمية مضلّة إلى حد ما، إذ أنّ هذه الموجة لا تنتج عن حركة المدّ. أمّا اسمها الحقيقي فهو الأمواج البحرية الزلزالية أو التسونامي، اليابانية الأصل وتعني الموجة المرفائية العظيمة. ويتجاوز ارتفاع التسونامي في بعض الحالات ٣٠ متراً عندما تصل إلى المياه الضحلة قرب الشاطئ. وفي عرض المحيط، تتقدّم التسونامي عموماً بسرعات تتراوح بين ٨٠٠ و٩٧٠ كيلومتراً في الساعة. وتقطع هذه الأمواج مسافات كبيرة دون أن يقل حجمها بقدر يُذكر، ويمكنها غمر المناطق الساحلية على بعد آلاف الكيلومترات من مصدرها.

الأخطار التي تهدّد المنشآت: تنهار المنشآت أثناء حدوث الزلازل عندما تكون ركيكة جداً أو صلبة جداً، فلا تستطيع مقاومة الاهتزازات العنيفة. وقد يحدث أيضاً أن تهتز المباني العالية بعنف، فتصطدم ببعضها البعض.

وتتشكّل الحرائق سبباً هاماً لخسارة الأرواح والممتلكات. وتشعل الحرائق عندما يحطّم الزلازل أنابيب الغاز أو خطوط الكهرباء. ويُعتبر الزلزال الذي ضرب مدينة سان فرانسيسكو في ولاية كاليفورنيا في العام ١٩٠٦، واحدة من أسوأ الكوارث التي شهدتها الولايات المتحدة في تاريخها، وذلك بسبب الحرائق التي استعرت بعنف شديد على مدى ثلاثة أيّام بعد الزلزال. ومن الأخطار الأخرى الناتجة عن الزلازل، نذكر تسرب المواد الكيميائية السامة والأشياء المتساقطة، مثل أغصان الأشجار الكبيرة والأجر (القرميد) والزجاج. وقد تُدمّر أيضاً شبكة المجاري، وتسرب المياه القدرة إلى مخزون المياه النظيفة. وقد يؤدي شرب هذا الماء الملوث إلى الإصابة بالتهبّض (الكوليرا) والتيفيّة والزّحار (الديزنتاريا) وأمراض خطيرة أخرى.

ويعيق انقطاع التيار والإنصالات والمواصلات والنقل بعد الزلازل وصول سيارات الإسعاف وفرق الإنقاذ ويعرقل عملها. كما أنّ الشركات والمصالح الحكومية قد تفقد سجلاتها ومعدّاتها، ما يبطئ العودة إلى الوضع الطبيعي بعد وقوع الكارثة.

الحّد من الأضرار الناتجة عن الزلازل: في المناطق المعرضة للزلازل، يجب اختيار المكان المناسب للبناء،

ومعرفة الطريقة الصحيحة للبناء من أجل خفض الإصابات والخسائر في الأرواح والممتلكات عند حدوث الزلازل. ويجدر بالناس أيضاً معرفة الطريقة الصحيحة في التصرف أثناء الزلازل، ما يساعد على تجنّب الإصابات والوفيات.

أين يجب أن نبي؟

يحاول علماء الأرض تحديد المناطق المعرضة أكثر من غيرها للإصابة بأضرار فادحة في حال وقوع زلزال. ويضع العلماء خرائط تبيّن مناطق الصدوع والزّقات (السهول المعرضة للإنغمار بمياه الفيضان)، والمناطق المعرضة للإنهيارات أو لتمييع التربة، والأماكن التي ضربتها الزلازل في الماضي. واستناداً إلى هذه الخرائط، يضع المهندسون والعلماء المسؤولون عن التخطيط لاستعمال الأرض، تقييمات مناطقية يمكن أن تساعد على الحؤول دون بناء منشآت غير آمنة في المناطق المعرضة للزلازل.

كيف نبي؟

طوّر المهندسون طرقاً عدّة لبناء منشآت مقاومة للزلازل. وتتراوح تقنيّاتهم من البسيطة جداً إلى المتقدّمة. ففي الأبنية الصغيرة والمتوسطة الحجم، تشمل تقنيّات التدعيم البسيطة تثبيت الأبنية بأساساتها بواسطة المسامير الملولية وبناء جدران داعمة تُعرف بالجدران المستعرضة (جدران القص). وتساهم هذه الجدران المبنية من الإسمنت المسلّح (إسمنت تمتدّ في داخله قضبان من الفولاذ) في تقوية البنية، وتساعد على مقاومة قوى التآرجح. وتشكّل الجدران المستعرضة في وسط المبنى، وغالباً حول بيت المصعد أو بيت السلم، ما يُعرف بقلب القص. ويمكن أيضاً تدعيم الجدران بعوارض (ح: عارضة) فولاذية مائلة في تقنيّة تُعرف بالتكثيف المتصالب.

ويحمي أيضاً المهندسون الأبنية المتوسطة الحجم بأجهزة تمتصّ الصدمات بين المبنى وأساسه. تُعرف هذه الأجهزة بعوازل الأساس، وتكون عادة محامل مؤلّفة من طبقات متناوبة من الفولاذ وإحدى المواد المرنة، مثل المطاط التركيبي. وتمتصّ عوازل الأساس بعضاً من الحركة الجانبية التي تتسبّب، لولا ذلك، بأضرار فادحة في الأبنية.

وتحتاج ناطحات السحاب إلى طريقة خاصّة في البناء لتصبح مقاومة للزلازل. فهي تحتاج إلى أن تثبت عميقاً في الأرض وبشكل محكّم. كما تحتاج إلى هيكل مدعّم بوصلات أقوى من تلك التي تُستعمل في ناطحات السحاب العادية. ويجعل هذا الهيكل ناطحة السحاب قويّة جداً وأيضاً مرنة بشكل كافٍ لتحتمل قوّة الزلازل.

وفي البيوت والمدارس وأماكن العمل المقاومة للزلازل، تثبّت الأدوات والأجهزة الثقيلة والمفروشات وغيرها من البنى للحؤول دون انقلابها وسقوطها عندما يهتزّ المبنى. ويجب تدعيم أنابيب الغاز والماء بوصلات لدنة للحؤول دون انكسارها.

وتلعب احتياطات الأمان دوراً أساسياً أثناء حدوث الزلزال. ويستطيع الناس حماية أنفسهم بالوقوف في فتحة الباب أو النزول تحت طاولة أو كرسي حتى يتوقّف الاهتزاز. ويجب ألا يخرجوا إلى الهواء الطلق حتى يتوقّف اهتزاز الأرض تماماً. ويجب أن يأخذ الناس جانب الحيطة والحذر حتى بعد توقّف الاهتزاز؛ فقد يتبع الزلزال القويّ الكثير من الهزّات الصغيرة التي تُعرف بالهزّات أو الصدمات التلوّية. ويجب أن يبقى الناس بعيداً عن الجدران والنوافذ والمباني المتضرّرة، التي قد تنهار عند حدوث الهزّات التلوّية.

أمّا بالنسبة للأشخاص الذين يكونون في الهواء الطلق عند وقوع الزلزال، فيجب أن يتعدّوا بسرعة عن الأشجار العالية والمنحدرات القويّة والمباني وخطوط الكهرباء. وإذا كانوا قرب جسم مائيّ كبير، يجب أن يتوجّهوا إلى أرض مرتفعة.

أين تحدث الزلازل ولماذا؟

طوّر العلماء نظريّة - تُعرف بتكتونية الصفائح - تفسّر سبب حدوث معظم الزلازل. وتقول هذه النظرية إنّ قشرة الأرض الخارجيّة مؤلّفة من نحو ١٠ صفائح صلبة كبيرة و٢٠٠ صفيحة صغيرة. وتتكوّن كلّ صفيحة من قطعة من قشرة الأرض وجزء من الغلاف (الطبقة السميكة من الصخر الساخن الممتدّة تحت القشرة). ويطلق العلماء على هذه الطبقة من القشرة والغلاف العلويّ اسم ليتوسفير أو اليابسة. وتتحرّك الصفائح على نحو بطيء ومتواصل فوق منطقة الوهن، وهي طبقة من الصخر الطريّ والحارّ موجودة في الغلاف. وفي انزياحها، تصطدم الصفائح ببعضها، أو تنبتد عن بعضها، أو تنزلق بمحاذاة بعضها.

وتُجهد حركة الصفائح الصخر عند حدود الصفائح وفي جوارها، وتخلق مناطق من الصدوع حول هذه الحدود. ويصبح الصخر على طول أجزاء معيّنة من بعض الصدوع محجوزاً في مكانه وغير قادر على الانزلاق مع الصفيحة المتحرّكة. ويتزايد الإجهاد في الصخر على جانبي الصدع، ما يؤدي إلى انشقاق الصخر وانزياحه من مكانه في الزلزال.

هناك ثلاثة أنواع من الصدوع: الصدوع العادية، الصدوع العكسيّة، والصدوع المتّجهة الانزلاق. في الصدوع العادية والعكسيّة، ينحدر الكسر في الصخر وفق زاوية معيّنة ويتحرّك الصخر صعوداً أو نزولاً على طول الكسر. وفي الصدوع العادية، تنزلق الكتلة الصخرية الواقعة في الجهة العليا من الكسر المنحدر إلى الأسفل. أمّا في الصدوع العكسيّة، فتتعرض الصخور على جانبي الصدع لانسدادات شديدة؛ ويجبر الانسدادات الكتلة العليا على الارتفاع والكتلة السفلى على النزول. وفي الصدوع المتّجهة الانزلاق، ينزل الكسر بشكل مستقيم في الصخر، وتنزلق الكتلتان الصخريتان على طول الصدع، متجاوزة الواحدة الأخرى أفقيّاً.

ويحدث معظم الزلازل في مناطق الصدوع عند حافات الصفائح. وتُعرف هذه الزلازل بالزلازل التيفصفيّة. ويقع بعض الزلازل في الجزء الداخلي من الصفيحة (بعيداً عن الحافة) وتُعرف بالزلازل التيفصفيّة.

الزلازل التيفصفيّة: تحدث هذه الزلازل على طول الأنواع الثلاثة من الحدود الصفيحيّة: أحياض وسط المحيط المنفرجة، مناطق الإنغراز والصدوع المتّغيرة أو المتحوّلة.

إنّ أحياض وسط المحيط المنفرجة (سلسلة من المرتفعات الممتدّة وسط المحيط) هي أماكن في الأحواض المحيطيّة العميقة حيث تنبتد الصفائح الواحدة عن الأخرى. ومع انفصال الصفائح وابتعادها عن بعضها البعض، ترتفع الضهارة الحارّة من غلاف الأرض وتسدّ الفرجة بينها. ثمّ تبرّد الحمم تدريجياً وتقبض وتنشّق مشكلة صدوعاً في قاع المحيط. وتكون هذه الصدوع في معظمها صدوعاً عاديّة. وعلى طول الصدوع المحيطيّة، تنكسر كتل من الصخور وتنحدر بعيداً عن الحيد فتتسبّب بحدوث الزلازل.

وتكون الصفائح رقيقة وواحدة بالقرب من الأحياض المنفرجة. ويبقى الصخر، الذي لم يبرد بعد تماماً، لدناً إلى حد ما وقابلاً للثني. لذلك فإنّ الإجهاد لا يتراكم أو

يكبر في هذه الأماكن، ما يجعل معظم الزلازل قرب الأحياض المنفرجة قليلة العمق وخفيفة أو متوسطة القوّة. ومناطق الإنغراز هي الأماكن التي تصطدم فيها صفيحتان الواحدة بالأخرى، وتنزل حافة إحداهما تحت حافة الأخرى في عملية تُعرف بالإنغراز. ونظراً للانسدادات الحاصلة في هذه المناطق، فإنّ الكثير من الصدوع التي تحدث فيها هي صدوع عكسيّة. ويحدث حوالي ٨٠٪ من الزلازل الكبيرة في مناطق الإنغراز المحيطية والمحيط الهادي. وفي هذه المناطق، تغوص الصفائح التي تحمل قاع المحيط الهاديّ تحت الصفائح التي تحمل القارّات. ويولّد انسحاق الصفائح المحيطيّة الباردة والقصيفة تحت الصفائح القارّية إجهاداً هائلاً يُطلَق في أكبر الزلازل التي تحدث على الأرض. وتحدث أعمق زلازل العالم في مناطق الإنغراز على أعماق قد تصل إلى ٧٠٠ كيلومتر تقريباً. وتحت هذا العمق، يكون الصخر ساخناً وطريّاً جداً، ما يحول دون انشاقه فجأةً وتسببه بالزلازل.

أمّا الصدوع المتّغيرة أو المتحوّلة فهي الأماكن التي تنزلق فيها الصفائح متجاوزة بعضها البعض أفقيّاً. وتظهر في هذه الأماكن الصدوع المتّجهة الانزلاق. وقد تحدث على طول الصدوع المتّغيرة زلازل قويّة، لكنّها تظلّ دائماً أخفّ وأقلّ عمقاً من الزلازل في مناطق الإنغراز.

ويُعتبر صدع سان أندرياس أحد أشهر الصدوع المتّغيرة في العالم. وينتج الانزلاق في هذه المنطقة عن تجاوز صفيحة المحيط الهاديّ لصفيحة أميركا الشماليّة. ويتسبّب صدع سان أندرياس والصدوع المتّصلة به بمعظم الزلازل التي تضرب ولاية كاليفورنيا. **التنبؤ بالزلازل:** يستطيع العلماء التنبؤ على المدى البعيد، وبشكل صحيح إلى حدّ بعيد، بأماكن حدوث الزلازل. ففهم يعملون، مثلاً، أنّ حوالي ٨٠٪ من الزلازل الكبيرة التي تحدث في العالم تقع على طول الحزام الذي يحيط بالمحيط الهاديّ، ويُعرف هذا الحزام أحياناً بدائرة النار نظراً للبراكين التي تنتشر على طولها، والزلازل والأنشطة الجيولوجيّة الأخرى التي تحدث حوله.

ويسعى العلماء اليوم للتنبؤ بشكل صحيح بزمان حدوث الزلازل. ويراقب الجيولوجيون بدقة بعض مناطق الصدوع حيث يتوقّع حدوث الزلازل، ويستطيعون أحياناً كشف هزّات صغيرة وميل الصخور وغيرها من الظواهر التي قد تنذر بحدوث زلزال كبير في المستقبل القريب.

إستكشاف باطن الأرض: إنّ معظم ما نعرفه حول البنية الداخليّة للأرض قد جاء من دراسة الموجات الزلزاليّة. وقد أظهرت الدراسات أنّ كثافة الصخور تزداد من سطح الأرض إلى مركزها. وساعدت معرفة كثافات الصخور داخل الأرض على تحديد التركيب المحتمل لباطن الأرض.

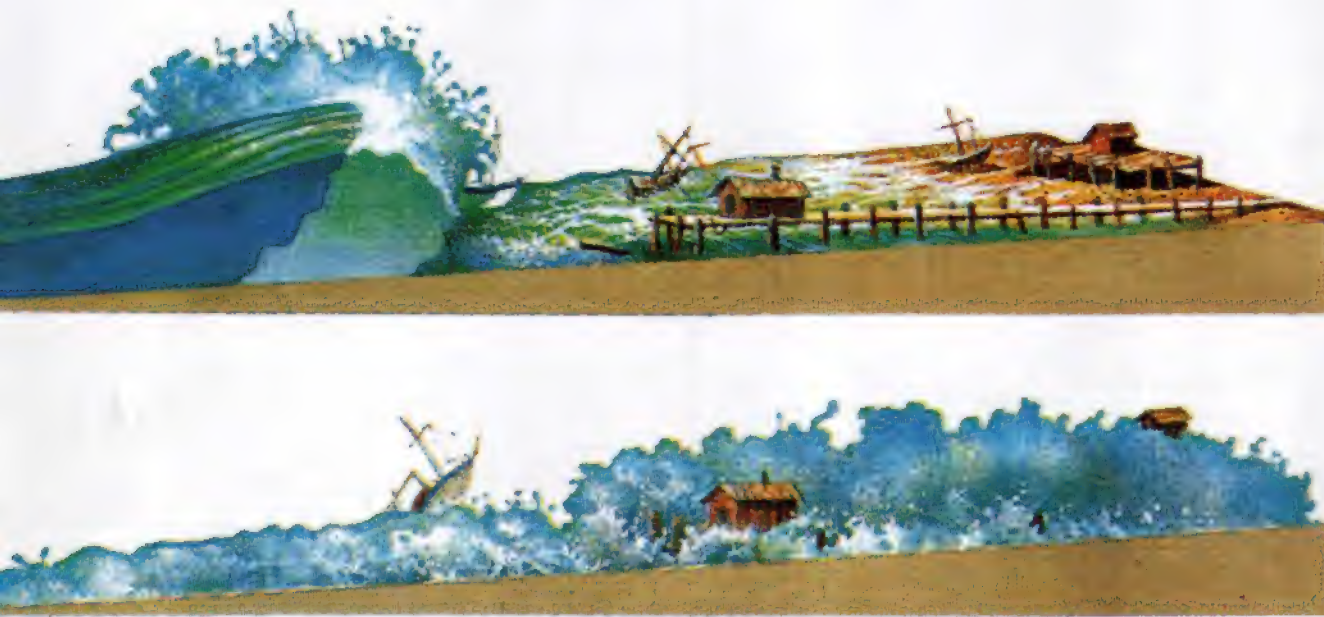
ووجد العلماء أنّ سرعات الموجات الزلزاليّة واتجاهاتها تتغيّر بشكل مفاجيء في أعماق معيّنة. وقد استنتج الجيولوجيون، استناداً إلى الدراسات في هذا المجال، أنّ الأرض مكوّنة من طبقات ذات كثافات ومكوّنات مختلفة. وتتألّف هذه الطبقات من القشرة (أو الأديم) والغلاف والنواة الخارجيّة والنواة الداخليّة. لا تنتشر موجات القصّ عبر النواة الخارجيّة؛ ولأنّ موجات القصّ غير قادرة على الانتشار في السوائل، يعتقد العلماء أنّ النواة الخارجيّة سائلة. ويعتقدون أنّ النواة الداخليّة صلبة نظراً لحركة الموجات التضاعطيّة عندما تبلغ النواة الداخليّة.



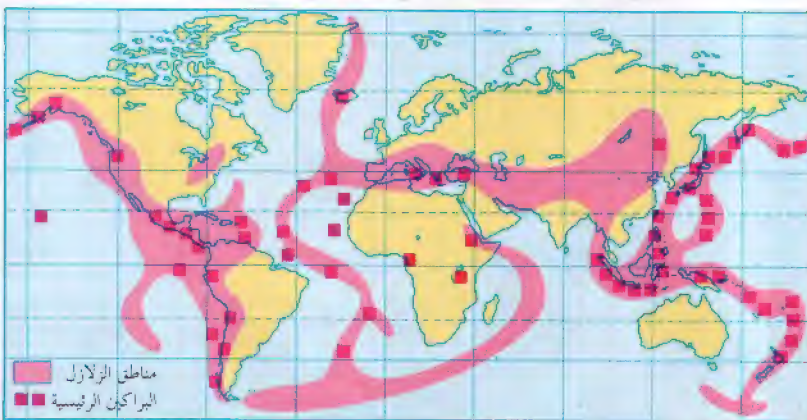
التسونامي

التسونامي موجة بحرية هائلة يتسبب بها ثوران بركان تحت سطح البحر أو زلزال يحدث في قاع المحيط. تنتشر موجة التسونامي بشكل دائري انطلاقاً من موقع الحدث، وذلك على مسافات كبيرة جداً. يمكن أن تتجاوز سرعة هذا النوع من الأمواج ٨٠٠ كم/ساعة. في المياه العميقة، لا يتجاوز ارتفاع التسونامي المتر الواحد. لكنها عندما تبلغ المياه القليلة العمق بالقرب من الشواطئ، يرجع ماء الموجة الى الوراء، ويشكل جداراً عالياً يتكسر بعد ذلك على الشاطئ مدمراً كل ما يعترض سبيله.

عبر التاريخ، تسببت التسونامي بآلاف الوفيات، وخصوصاً في مناطق المحيط الهادئ الساحلية. مثلاً على ذلك، بقوة ٧,٦ ريختر، ضربت موجة تسونامي ساحل بابوا-غينيا الجديدة في ١٧ تموز سنة ١٩٩٨ وأحدثت دماراً هائلاً في ثلاث قرى ودمرت جميع المساكن والأشجار على مسافة ٣٠ كيلومتراً داخل القرى. وكان حصيلة الدمار أكثر من ٨٠٠٠ قتيل وعدد كبير من الإصابات من السكان.



توزيع مناطق النشاط البركاني والزلزالي المعروفة بدائرة النار



مناطق الزلازل والبراكين في العالم

مثلما يمكن استنتاجه من الخريطة، هناك ارتباط واضح بين مناطق العالم التي تضربها الزلازل عادة والمناطق التي تقع فيها البراكين. إن هذه المناطق حديثة التكوين جيولوجياً، وهي، تالياً، غير مستقرة. تشمل هذه المناطق سلاسل الجبال الحديثة الكبرى (سلسلة الألب - الهيمالايا، والسلسلة المحيطة بالهادئ) وسلاسل جبال وسط المحيط.

صدع سان أندرياس



شاطئ نقطة ريز الوطني Point Reyes

محمية وطنية ساحلية أنشئت في العام ١٩٧٢ بناءً على تفويض يعود إلى العام ١٩٦٢. هي شبه جزيرة صغيرة تقع في شمال ولاية كاليفورنيا إلى الشمال الغربي من مدينة سان فرانسيسكو، وهي مقصد شعبي للزائرين في قضاء أيام العطلة في الطبيعة، وتمتاز شبه الجزيرة بشواطئها وجروفها ومروجها وبحيراتها الصالحة وغاباتها المنفردة جميعها بجملها الأخاذ. وبالإمكان مشاهدة أسود البحر وفقمات الخلدان والحيتان الرمادية من الشاطئ، فالمناطق تحتضن حوالي ٥٠ نوعاً من الثدييات البرية والبحرية وحوالي ٤٠٠ نوع من الطيور. وفي المحمية قرية أميركية وطنية للهنود الحمر ومرصد للطيور ومزرعتان ومنارة يعود إنشاؤها إلى العام ١٨٧٠. ويجذب ما يستحق «أثر الزلازل» الزائرين، وهو عبارة عن أرض متصدعة هي جزء من صدع سان أندرياس. وفي العام ١٩٨٨، أعلن شاطئ نقطة ريز الوطني غلافًا حيويًا عالميًا بإشراف منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة (اليونسكو)، التي عيّنت خبراء لمراقبة النظام البيئي في المنطقة. وتدير المحمية، التي تبلغ مساحتها ٢٨,٧٥٢ هكتاراً، إدارة المحميات الوطنية التابعة لحكومة الولايات المتحدة.

صدع سان أندرياس هو منطقة جيولوجية صدعية تقع في ولاية كاليفورنيا الأمريكية، وتمتد باتجاه الشمال الغربي على طول ١٠٠٠ كيلومتر، من الإمبريال فالي في جنوب كاليفورنيا إلى رأس أرينا على الشاطئ الشمالي وإلى داخل البحر. وتشكل هذه المنطقة الحدود بين صفيحة أميركا الشمالية وصفيحة المحيط الهادئ. تحدث زلازل على طول هذه الحدود بسبب وجود عوائق أمام الحركة المنتظمة والمطرودة للصفيحتين التكتونيتين عند انزلاقهما الواحدة بمحاذاة الأخرى.

بعض الزلازل الكبيرة

- | | | |
|---|--|---|
| ١٩٣٢: مقاطعة كانسو في الصين؛ ٧٠,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلزال ٧,٦. | ١٦٩٣: صقلية وناپولي في إيطاليا؛ ١٠٠,٠٠٠ قتل. | سنة |
| ١٩٣٥: الهند؛ ٢٥,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلزال ٧,٥. | ١٧٠٣: جدو في اليابان؛ ٢٠٠,٠٠٠ قتل. | ٣٦٥: كنوسوس في كريت؛ ٥٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٣٩: إرزينكان في تركيا؛ ٣٢,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلزال ٨,٠. | ١٧٢٧: تبريز في إيران؛ ٧٧,٠٠٠ قتل. | ٥٢٦: إنطاكية في سوريا؛ ٢٥٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٣٩: كونسبسيون في التشيلي؛ ٣٠,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٨,٣. | ١٧٣٠: هوكايدو في اليابان؛ ١٣٧,٠٠٠ قتل. | ٥٥١: ضربت موجة تسونامي السواحل اللبنانية لا سيما مدينة بيروت، تسببت في خسائر عشرات الآلاف من الأرواح. |
| ١٩٤٨: أشكباباد في توركمينستان؛ ١٩,٨٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٣. | ١٧٣١: بايجينج (بيكين) في الصين؛ ١٠٠,٠٠٠ قتل. | ٨٤٤: دمشق في سوريا؛ ٥٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٦٠: أجادير في المغرب؛ ١٢,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٥,٩. | ١٧٣٧: كالكتوتا في الهند؛ ٣٠٠,٠٠٠ قتل. | ٨٤٧: دمشق في سوريا؛ ٧٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٦٠: بويرتو مونت وفالديفيا في التشيلي؛ ٦,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٨,٥. | ١٧٥٥: ليشبونة في البرتغال وإسبانيا والمغرب؛ ٦٢,٠٠٠ قتل. | ٨٤٧: الموصل في العراق؛ ٥٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٦٢: شمال غرب إيران؛ ١٢,٠٠٠ قتل. | ١٧٨٠: تبريز في إيران؛ ١٠٠,٠٠٠ قتل. | ٨٥٦: قميس ودامغان في إيران؛ ٢٠٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٦٤: برنس وليام ساوند من ولاية ألاسكا الأمريكية؛ ١٣٠ قتل؛ بقوة ٨,٥. | ١٧٨٣: كالابريا في إيطاليا؛ ٥٠,٠٠٠ قتل. | ٨٥٦: كورينثوس في اليونان؛ ٤٥,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٧٠: شمال البيرو؛ ٦٦,٨٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٧٥. | ١٨١١-١٨١٢: نيو مدريد في ولاية ميسوري الأمريكية؛ ٣ زلازل؛ عدد قليل من القتلى؛ تقدر قوة هذه الزلازل بين ٨,٤ و ٨,٧. | ٨٩٣: الهند؛ ١٨٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٧١: وادي سان فرناندو في كاليفورنيا؛ ٦٠ قتلاً؛ بقوة ٦,٤. | ١٨٢٨: جزيرة هونشو في اليابان؛ ٣٠,٠٠٠ قتل. | ٨٩٣: أردبيل في إيران؛ ١٨٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٧٢: نيكاراغوا؛ ١٠,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٦,٢. | ١٨٣٦: شمال اليابان؛ ٢٨,٣٠٠ قتل؛ قوة الزلزال ٧,٦. | ٨٩٣: القوقاز في روسيا؛ ٨٢,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٧٦: جواتيمالا؛ ٢٣,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٥. | ١٨٤٧: اليابان؛ ٣٤,٠٠٠ قتل. | ١٠٤٢: تدمر (بالميرا) وسيليك؛ ٥٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٧٦: تانجشان في الصين؛ ٢٤,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٨. | ١٨٥٧: مونتيجون وياميدل في ولاية ميسوري الأمريكية؛ عدد غير معروف من القتلى؛ القوة المقدرة للزلزال ٨,٣. | ١١٣٨: غزرة وحلب في سوريا؛ ٢٣٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٧٧: بوخارست في رومانيا؛ ١٥٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٢. | ١٨٦٨: الإكوادور؛ ٧٠,٠٠٠ قتل. | ١٢٠١: مصر العليا؛ ١,١٠٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٨٠: الأصنام في الجزائر؛ ٣٦٠ قتل؛ بقوة ٧,٧. | ١٨٨٣: جافا؛ ١٠٠,٠٠٠ قتل. | ١٢٦٨: سيليسيا في الأناضول؛ ٦٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٨٠: جنوب إيطاليا؛ ٤٨٠ قتل؛ بقوة ٧,٢. | ١٩٠٥: الهند؛ ١٩,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلزال ٨,٦. | ١٢٩٠: الصين؛ ١٠٠,٠٠٠ قتل؛ قدرت قوة الزلزال ب ٦,٧٥. |
| ١٩٨٣: شرق تركيا؛ ١٤٠٠ قتل؛ بقوة ٧,١. | ١٩٠٦: سان فرانسيسكو في ولاية كاليفورنيا الأمريكية؛ ٧٠ قتل؛ قوة الزلزال ٨,٣. | ١٢٩٣: كاماكورا في اليابان؛ ٣٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٨٥: المكسيك؛ ١٠,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٨,١. | ١٩٠٦: كالابريا في إيطاليا؛ ١٥٠ قتل؛ قوة الزلزال ٨,٦. | ١٤٥٦: نابولي في إيطاليا؛ ٦٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٨٦: سان سلفادور في السلفادور؛ ١٠٠ قتل؛ بقوة ٥,٤. | ١٩٠٨: كالابريا في إيطاليا؛ ميسينا في صقلية؛ ٧٥,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلزال ٧,٥. | ١٥٣١: ليشبونة في البرتغال؛ ٣٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٨٨: أرمينيا؛ ٢٥,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٦,٩. | ١٩١٥: أبروتسي في إيطاليا؛ ٣٢,٦٠٠ قتل؛ قوة الزلزال ٧,٥. | ١٥٥٦: الصين؛ ٨٣٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٨٩: سان فرانسيسكو وأوكلاهوما في ولاية كاليفورنيا؛ ٧٠ قتلاً؛ بقوة ٧,١. | ١٩٢٠: مقاطعة كانسو في الصين؛ ٢٠٠,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلزال ٨,٥. | ١٦٦٧: شيماخا في أفغانستان؛ ٨٠,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلزال ٦,٩. |
| ١٩٩٠: شمال غرب إيران؛ ٤٠,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٧. | ١٩٢٣: طوكيو؛ يوكوهاما في اليابان؛ ١٤٠,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلزال ٨,٣. | ١٦٦٨: مقاطعة شانتونج في الصين؛ ٥٠,٠٠٠ قتل. |
| ١٩٩٠: شمال الفلبين؛ ١٦٠ قتل؛ بقوة ٧,٧. | | |
| ١٩٩١: أفغانستان؛ ١٢٠ قتل؛ بقوة ٦,٨. | | |
| ١٩٩٢: إرزينكان في تركيا؛ زلزالان؛ ٤٠٠ قتل؛ بقوة ٦,٠ و ٦,٢. | | |



صدع سان أندرياس

تشقق الصخور على شاطئ جازوس في كاليفورنيا نتيجة تصادم الصفائح التكتونية





منارة نقطة أرينا

شاطئ منحوت في محمية نقطة ريز الوطنية



الصدع

الصدع هو خط انكسار تتحرك على طول كتلة من الصخر أو قطعة من قشرة الأرض بالنسبة إلى الكتلة الأخرى. وقد تحدث الحركة المسؤولة عن تغيير موضع الكتلة الصخرية في اتجاه عمودي أو أفقي أو عمودي أفقي. في الكتل الجبلية التي ارتفعت بفعل حركة الصدوع، مثل سلسلة واساتش في يوتا، يمكن أن تصل مسافة الإزاحة الإجمالية إلى آلاف الأمتار؛ وهي تمثل التأثير التراكمي الطويل الأمد الناتج عن حركة ضئيلة وبطيئة بدلاً من ارتفاع واحد هائل. ولكن عندما تكون الحركة على طول الصدع مفاجئة وعنيفة، فإنها تسبب أحياناً زلزالاً قوياً، وقد توصّل إلى شقّ سطح الأرض، مشكلةً بذلك مقلماً طوبوغرافياً يُعرف بمنحدر الصدع أو لجرف الصدع.

على مدى ملايين السنين، أزاحت الحركة الأفقية، على طول صدع سان أندرياس، جزءاً من السلاسل الجبلية الساحلية في كاليفورنيا على مسافة كبيرة في اتجاه الشمال الغربي. وقد أدى ذلك إلى حدوث زلازل عنيفة، مثل الزلزال الذي ضرب سان فرانسيسكو في ولاية كاليفورنيا في العام ١٩٠٦. وتتحرك الصدوع الكبيرة، مثل صدع سان أندرياس في ولاية كاليفورنيا، التي تشكل الحدود بين صفائح مختلفة من قشرة الأرض بفعل القوى التي تسبب بالرحلة القارية. وقد تتحرك القشرة على طول الصدوع المحلية الأصغر حجماً بفعل إجهاد الشد، كما في حالة الصدوع التي تحدّد سلاسل جبال الحوض الكبير في ولايتي يوتا ونيفاذا الأميركيتين، أو بفعل الإنضغاط، مثل الصدوع التي تكسّر الطبقات الرسوبية على طول الجهة الشرقية لجبال روكي (الجبال الصخرية) في ولايتي وايومينج ومونتانا في الولايات المتحدة.

أنواع الصدوع

هناك فئتان كبيرتان من الصدوع: صدوع تشهد حركة صعود ونزول بالنسبة لمستوى الصدع (الميلية الإنزلاق)، وصدوع تشهد حركة موازية لمستوى الصدع (المتجهية الإنزلاق). وتقسم الصدوع الميلية الإنزلاق إلى صدوع عادية وصدوع عكسية. ويتحدّد الاختلاف بين هذه الصدوع وفقاً للحركات النسبية. في الصدع الميلي الإنزلاق، يكون مستوى الصدع عادة غير عمودي، لذلك فإن إحدى الكتلتين تستقرّ فوق الأخرى. وتُعرف الكتلة العلوية بالجدار المعلق، فيما تُعرف الكتلة السفلية بالجدار السفلي. وإذا نزل الجدار المعلق نسبة إلى الجدار السفلي، يكون الصدع عادياً؛ وإذا ارتفع الجدار المعلق، يكون الصدع عكسياً. تنتج الصدوع العادية عن قوى الشدّ (إبعاد)،

فيما تنتج الصدوع العكسية عن القوى التضاضية (تقريب).

وتنشأ الصدوع عن القوى التي تكون الأنظمة الجبلية. ويفوق عدد الصدوع العكسية الكبير، والصدوع المتجهية الإنزلاق الكبيرة عدد الصدوع العادية الكبيرة، نظراً إلى أنّ سلاسل الجبال تتكوّن بفعل القوى التضاضية. ويمكن للصدوع العادية أن تتشكّل في وقت لاحق، بعد مرحلة التضاضية من تكوّن الجبال، كما حدث مثلاً في منطقة الحوض الكبير في غرب الولايات المتحدة. وتحدث الصدوع العادية أيضاً في داخلية القارّات وفي المناطق الساحلية، مثل ساحل الخليج في أميركا الشمالية حيث تحدث حركة صدعية استجابة لقوى الجذب المسببة على الرسابات المترامية.

ومع الوقت، يمكن لعوامل الحث والتجوية أن تسوّي صخور الجدار المعلق والجدار السفلي، وتزيل أي أثر لكسر على السطح. ولكن إذا كانت حركة الصدع حديثة أو قوية بما فيه الكفاية، فقد تترك شقاً ظاهراً أو تخلف منحدرًا شبيهاً بالجرف.

الموجات الزلزالية

الموجات الزلزالية اهتزازات ناتجة عن حركة الصخور في القشرة الأرضية. أثناء حدوث الزلازل، تنتشر الموجات الزلزالية من مركز الزلزال إلى سطح الأرض. وتحدّد سرعة حركة الموجات وفقاً لطبيعة ونوع الصخر الذي تمرّ فيه، لكنّها تتراوح عادة بين ١ و ١٠ كم/ثانية. يتميز بعض الموجات بتردد مرتفع، ما يسمح بسماعها بوضوح؛ ولا يحدث بعضها الآخر إلا بعد عدّة ثوانٍ أو عدّة دقائق، نظراً لترددها المنخفض.

تنتج الزلازل نوعين رئيسيين من الموجات: موجات الضغط والموجات المستعرضة. يخترق نوعاً من الموجات الزلزالية الأرض انطلاقاً من مركز الزلزال، لكن موجات الضغط هي الوحيدة التي تعبر الجزء المعروف بالنواة الخارجية، والمكوّن من مادة مصهورة.

تنتقل موجات الضغط بسرعة أكبر من الموجات المستعرضة، وتصل قبلها إلى سطح الأرض. لذا، تُعرف هذه الموجات بالموجات الأولية ويطلق على الموجات المستعرضة الأكثر بطئاً اسم الموجات الثانوية. ويحدث أن تكون أول إشارة إلى حدوث زلزال صغير سماع صوت كتيم عديم الصدى يعلن وصول الموجات الأولية. من ثم، تصل الموجات الثانوية إلى السطح محدثة اهتزازاً أقوى وأعنف.

قوة الزلزال

قوة الزلزال هي قياس كمية الطاقة المطلقة عند

حدوث الزلزال. ونحصل على مقدار قوّة الزلزال بالإستناد إلى سعة ذبذبة الموجات الزلزالية التي تسجلها المراصف (أو مراسم الزلازل) وللمسافة التي تفصل مرصد الزلازل عن مركز الزلزال.

تُعرف عادة الزلازل التي لا تتجاوز قوتها ٢ (درجتين) بالزلازل الصغيرة، وهي غالباً ما تكون أخفّ من أن يحسّ بها أحد. أمّا الزلازل التي تصل قوتها إلى ٥ درجات تقريباً فتسجلها المراصف في جميع أنحاء العالم، ويمكن للزلازل التي تعادل قوتها أو تتجاوز ٦ درجات أن تسبب بأضرار ملموسة. تسجل الزلازل الكبيرة قوّة بدرجة ٨ على الأقل، وتحدث هذه الزلازل بمعدّل زلزال كبير واحد في السنة.

المركز

نقطة في باطن الأرض واقعة عند مصدر الزلزال، حيث تطلق الطاقة.

مقياس ريختر

وضع شارلز ريختر هذا المقياس لقياس قوّة الزلازل في العام ١٩٣٥. وقد قدر ريختر هذه القوّة بالإستناد إلى سعة ذبذبات الموجات الزلزالية التي تسجلها أدوات بالغة الدقة (المرجفة أو مرشمة الزلازل)، ووفقاً للطاقة المطلقة عند مركز الزلزال. مقياس ريختر مقياس أسّي أو لوغاريتمي، أي إن كل درجة في المقياس تمثّل قوّة أكبر بـ ١٠ أضعاف من الدرجة التي تسبقها. فقوّة ٧، مثلاً، تشير إلى أنّ ساعات الذبذبات المسجلة هي أكبر بـ ١٠ أضعاف من القوة ٦ وبـ ١٠٠ ضعف من القوة ٥.

ولقياس الزلازل الكبيرة، يستعمل الزلزاليون (العلماء المتخصصون بدراسة الزلازل) اليوم نظاماً آخر، هو مقياس درجة العزم (أو مقياس مقدار العزم). وترتكز درجة العزم على معطيات مسجلة بأجهزة أكثر حساسية من الأجهزة التي كانت متوفرة في زمن ريختر. وتكون درجة العزم ودرجة ريختر شبه متساويتين للزلازل التي لا تتجاوز قوتها ٧ درجات. وقد بلغت أعلى درجة عزم مسجلة إلى اليوم ٩,٥، وذلك في الزلزال الذي حدث في المحيط الهادئ قرب التشيلي في العام ١٩٦٠. وكان هذا الزلزال بقوة ٨,٥ درجات على مقياس ريختر.

يحدث كلّ يوم أكثر من ألف زلزال بقوة درجتين على الأقلّ على مقياس ريختر. لكنّ الزلازل التي لا تتعدّى قوتها ٥ درجات نادراً ما تسبب بأضرار كبيرة. أمّا الزلازل بقوة ٧ درجات أو أكثر على مقياس ريختر فهي قادرة على التسبب بأضرار فادحة وزهق عدد كبير من الأرواح.

المرجفة، أو مرشمة الزلازل

المرجفة هي أداة تضخّم اهتزازات الأرض الصغيرة وتسجلها. واستناداً إلى هذه التسجيلات، يستطيع الزلزاليون تحديد موقع الزلزال وقوته. ويستعمل العلماء أيضاً المرجفة للبحث عن النفط ودراسة باطن الأرض ومعرفة سماكة المجلدات.

وتستطيع المراصف الفائقة الحساسية تضخيم حركة الأرض حتى عشرة ملايين ضعف. وتتكوّن هذه المراصف من ثقل معلق بإطار بواسطة زنبرك دقيق. ويتحرك الإطار مع اهتزاز الأرض، لكنّ الثقل يميل إلى البقاء ثابتاً نظراً لقصوره الذاتي. وتضخّم الحركة النسبية بين الثقل والإطار باستعمال محوّل كهربيسي للطاقة ومضخّم إلكتروني. ويتحرّك محوّل الطاقة (ملفّ متّصل بالثقل) في الحقل المغنطيسي الذي يولّده مغنطيس مثبت بالإطار. وتستحثّ هذه الحركة جهداً (فولتية) كهربائياً في الملفّ، الذي ينقله إلى المضخّم. ويُسجل الجهد المضخّم بواسطة الكمبيوتر أو جهاز يرسم حركة الأرض على ورقة متحركة. ويستطيع بعض المراصف كشف حركة الأرض حتى عُشر جزء من مليون من المتر. ويمكن للمحطة الواقعة في مكان هادئ أن تسجل عدّة زلازل في اليوم الواحد.

تُستعمل أنواع مختلفة من المراصف لقياس الموجات الزلزالية القصيرة والطويلة. وتسجل مرجفة ثوينج الموجات الطويلة التي تتجاوز ٨٠٠ كيلومتر. وتقيس مرجفة بينيوف الإنفعالية الخطية تغيّر المسافة بين عمودين مثبتين في الأرض. ويسجل مِشرع الحركة القويّة الإهتزازات القويّة التي لا يمكن تسجيلها بواسطة الأجهزة الحساسة. وتُستعمل المراصف في مجموعات من ثلاثة أجهزة لقياس ثلاثة أشكال من حركة الأرض على نحو منفصل: صعوداً - نزولاً، وشمالاً - جنوباً، وشرقاً - غرباً. وتوزّع أكثر من ١٠٠٠ محطة لقياس قوّة الزلازل في جميع أنحاء العالم.

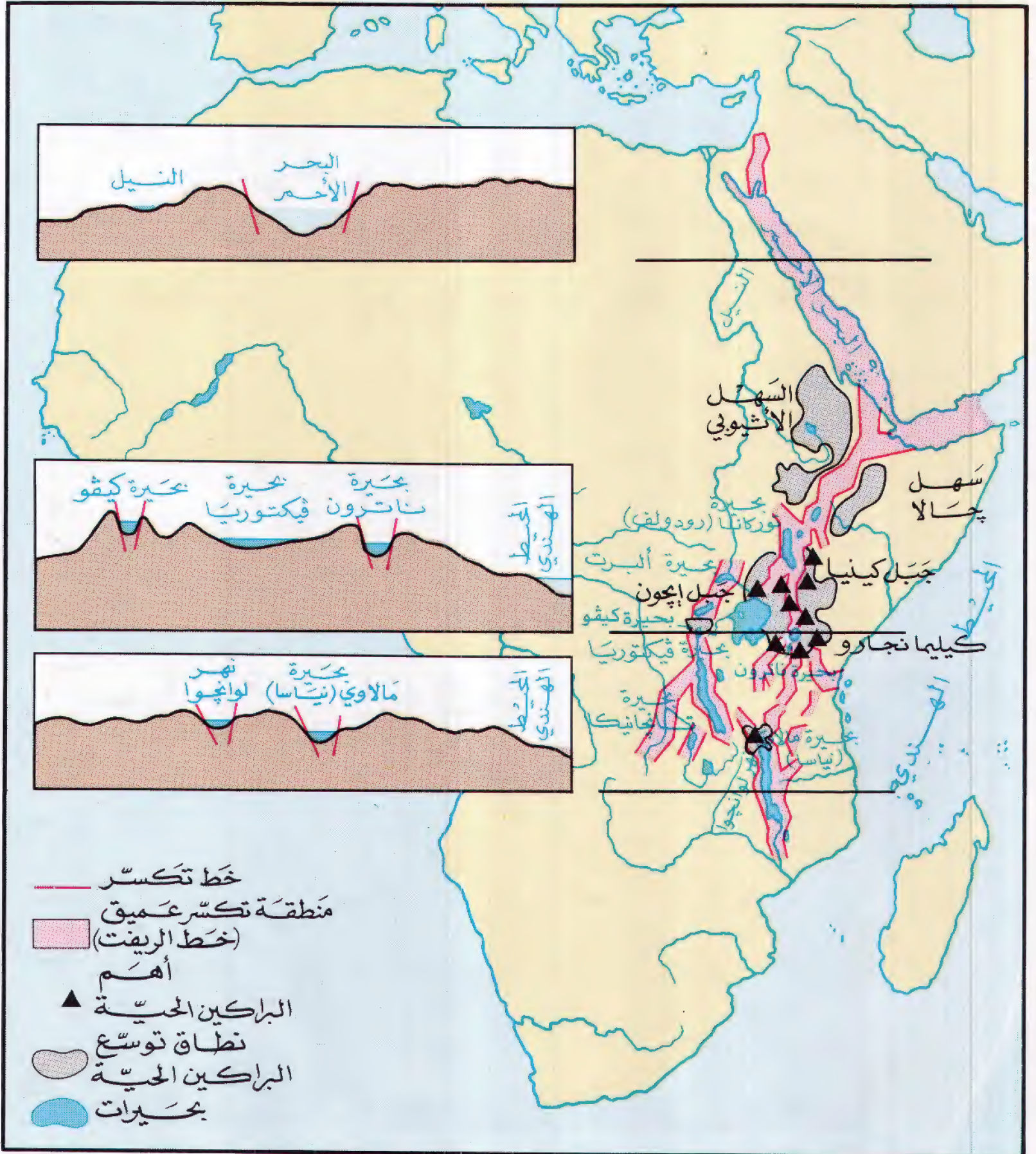
وتُستعمل في الأبحاث العلمية والتنقيب مراصف صغيرة جداً ومتينة. ويضع العلماء المئات من هذه المراصف حول المكان الذي يقومون بدراسته. ثمّ يفجّرون عدداً من المتفجرات لخلق موجات زلزالية تنتشر إلى الطبقات الصخرية تحت الأرض، التي تعود وتعكسها. وتقيس المراصف الموجات المنعكسة وتتحدّد طبيعة الصخور والتكوينات الموجودة تحت سطح الأرض.

وقد وضع رواد الفضاء خمس مراصف خاصّة على سطح القمر. وسجلت هذه الأجهزة موجات زلزالية ناتجة عن زلازل قمرية خفيفة جداً وعن اصطدام الحجارة النيزكية بسطح القمر. وقد بيّنت التسجيلات المرجفة أنّ للقمر قشرة سمكية وصلبة.



صدع جزيرة بارتولومي من مجموعة جزر جالاپاغوس

طريقة تشقق أفريقيا الشرقية



يتألف وادي الصدع الكبير من سلسلة من الوديان التي تخترق القسم الأكبر من شرق أفريقيا وجزءاً من جنوب غرب آسيا. ويمتد على حوالي ٧,٢٠٠ كم من سوريا في جنوب غرب آسيا إلى الموزامبيق في جنوب شرق أفريقيا. وترتفع جدران الوادي الشديدة التحدر إلى حوالي ألفي متر في بعض الأماكن. ويتراوح عرض الوادي في معظم أجزائه بين ٣٠ و ١٠٠ كم. ويتميز وادي الصدع الكبير ببعض أكثر المناظر الطبيعية مشهدة في أفريقيا، ويشتمل على عدد من البحيرات والبراكين.



مجموعة صدوع شرق أفريقيا

مجموعة صدوع شرق أفريقيا هي سلسلة من الوديان الناجمة عن التصدع، وهي متصلة تقريباً، ومصحوبة غالباً بالبراكين. وتمتد هذه المجموعة عبر شرق أفريقيا باتجاه شمالي - جنوبي على طول ٤٠٠٠ كيلومتر. وهي فرع قاري لمجموعة الصدوع المنتشرة عبر العالم تحت المحيطات، كما أنها تحدد الخطوط التي تنفصل على طولها،

الصفائح التكتونية الشرقية (الصومال) عن الصفائح التكتونية الغربية (أفريقيا). ولقد بدأت أفريقيا بالانقسام إلى قسمين منذ حوالي خمسين مليون سنة، ولا تزال عملية الانقسام مستمرة. ويبلغ معدل التباعد أقصى، حوالي ملمتر واحد كل سنة، في شمال أثيوبيا، ويتضاءل إلى معدلات صغيرة جداً في الجنوب.

وتوجد الصدوع الأكثر تطوراً في الشمال، في كل من أثيوبيا وكينيا وأوغندا حيث تقترن

بمنطقة مرتفعة وواسعة يرافقها دفق حراري عالٍ غير اعتيادي. أما وادي الصدع الكبير المستطيل الذي غالباً ما يتراوح عرضه بين ٣٠ و ١٠٠ كم، وفيه ينخفض قعر الوادي مئات الأمتار تحت مستوى المناطق المحاذية، على طول فوالق شديدة الانحدار تشكل جدران الوادي. وهذه الفوالق ناشطة حالياً، وغالباً ما تتسبب حركاتها بحدوث هزات أرضية خفيفة. كما تظهر البراكين الناشطة والحامدة ضمن وديان الصدع

حيث تصبح قشرة الأرض رقيقة بشكل غير عادي.

ومجموعة الصدوع هذه هي امتداد للمجموعة الموجودة تحت المحيط في البحر الأحمر. ويبدأ هذا الامتداد في مثلث عفار، وهو منطقة معقدة من الصدوع والبراكين في أثيوبيا، ويكمل جنوباً عبر الهضاب الأثيوبية حيث يُعرف بالصدع الأثيوبي الذي يضم عدداً من البراكين الناشطة. وعلى مسافة قصيرة إلى



لقد تمّ العثور على عدّة تفرّعات ثانوية لمجموعة الصدوع بعيداً نحو الغرب. ويمتدّ أحدها، وهو يسمّى صدع لوانجوا، باتجاه جنوبي غربي، مبتدئاً من جنوب بحيرة تانجانिका بمحاذاة وادي لوانجوا على حدود زامبيا وزيمبابوي، ومنتهياً في شمال بوتسوانا. ويمتدّ فرع ثانٍ أقصر من الأول، باتجاه جنوب غرب بحيرة تانجانिका عبر الكونجو (زائير) حيث ينتهي قرب بحيرة مويرو.

وعلى مسافة قصيرة إلى الشمال من بحيرة مالاوي، يتحوّل الصدع إلى الجنوب مجدداً في منطقة كانت تنشط فيها البراكين في العصور الجيولوجية الغابرة. ويميّز الامتداد الجنوبي للصدع عبر مالاوي حيث تملأ بحيرة مالاوي، وأيضاً عبر وادي شيره في الموزامبيق حيث يفصل بين هضاب الموزامبيق والسهل الساحلي. أمّا إلى الجنوب من هذه النقطة، فإنّ الصدع يصبح غير واضح وتختفي آثاره.

سلسلة من الوديان الناجمة عن التصدّع. وتشكّل هذه الوديان قعرًا لبعض كبرى بحيرات أفريقيا كبحيرات ألبرت (موبوتو سيبي سيكو) وإدوارد بين أوغندا والكونجو (زائير) وكيفو بين رواندا والكونجو (زائير) وتانجانिका بين تانزانيا والكونجو (زائير). أمّا في القسم الشمالي من الصدع الغربي، فتشكّل كتلة مرتفعة، سلسلة جبال الروونزوري في أوغندا. وإلى الجنوب من بحيرة تانجانिका، يتحوّل الصدع الغربي إلى الشرق عبر تانزانيا.

الجنوب، تكمل مجموعة الصدوع مسارها حيث تُعرف بصدوع كينيا (أو صدوع چريچوري) التي تمتدّ عبر كينيا إلى شمال تانزانيا. ويقترب بهذه الصدوع بركان جبل كينيا وبركان جبل كيليمانجارو الخامدين. (كما يظهر في الصورة)

وعلى بعد عدّة مئات من الكيلومترات إلى الغرب، تمتدّ مجموعة ثانوية موازية من الصدوع، تُعرف بمجموعة الصدوع الغربية، وتتألف من



الحَمَّة Geyser: هي ينبوع حارّ تتفجّر منه نوافير من المياه والبخار. وتمتدّ حفرة على شكل قناة مملوءة بالماء، من فم الحَمَّة إلى داخل أديم الأرض. في بعض الأحيان، تتواجد الصهارة Magma، وهي مادة صخرية تذوّبها الحرارة المولّدة في باطن الأرض، بالقرب من قعر الحفرة، فتسخن الصخور التي تحيط بالماء. فيصبح عندها الماء في الجزء الأسفل من الحفرة حارّاً جداً، ولكنّ الضغط الآتي من الأعلى يمنعه من الغليان. عندما يسخن الماء الموجود في الأعلى، يبدأ بالغليان ويندفع جزء منه صعوداً، فيخفّ الضغط الممارس على المياه الحارّة في الأسفل، التي تتحوّل فجأة إلى بخار وتتفجّر قاذفة عامود المياه الذي فوقها. ثم تعود المياه وتتسبّل ببطء إلى داخل الحفرة لتبدأ العملية من جديد. تقع أكثر الحمّات نشاطاً في إيسلاندا ونيوزيلاندا والولايات المتحدة. في الولايات المتحدة، تتفجر حَمّة «الاولد فايفول» Old Faithful في حديقة يلوستون الوطنية، كلّ ٥٠ إلى ١٠٠ دقيقة تقريباً.



سرعة دوران لب الأرض الداخلي أكبر مقارنةً بالغلاف وقشرة الأرض

ذكر بعض علماء الفيزياء الجيولوجية Geophysics، في جامعة كولومبيا في مدينة نيويورك في الولايات المتحدة، أن لب الأرض الداخلي Inner Core يدور حول نفسه بسرعة أكبر بقليل مقارنةً بالغلاف Mantle والقشرة Crust؛ وقدروا أن اللب أو النواة يسبق الغلاف والقشرة بمقدار ١,١ درجة شرقاً. وتعتبر هذه الدراسة المنشورة بتاريخ ١٨ تموز ١٩٩٦ في مجلة «Nature» أولى محاولات العلماء لجمع الأدلة الملموسة حول حركة لب الأرض. ويُعتقد أن الاكتشاف سيساعد العلماء على تحسين معرفتهم بالعمليات المعقدة والدينامية الحاصلة داخل الأرض، لا سيما تكوين الحقل المغنطيسي للأرض ونقل الحرارة خلال الأرض.

ويُعتقد أن اللب الداخلي، المكوّن من الحديد الصلب، والذي تبلغ كثافته مئة وثلاث المرات مقارنةً بكثافة القمر، معلق في لب خارجي Outer Core سائل هو عبارة عن بحر هائل من الحديد المذاب. وقد استنتج العلماء وجود اللبّين الداخلي والخارجي من دراستهم للتصوير المقطعي الزلزالي Seismic Tomography، وهي تقنية تقيس الموجات الزلزالية الناتجة عن الهزّات الأرضية والانفجارات، أثناء انتقال هذه الموجات من أحد جوانب الأرض إلى جانب آخر، مروراً بالأعماق الداخلية للأرض. وتشبه هذه التقنية وسائل التصوير الطبية، كالمسح فوق الصوتي Ultrasound Scan الذي يقدم صورة لداخل جسم المريض. وتظهر تقنية التصوير المقطعي الزلزالي الفروقات في الكثافة بين مختلف طبقات الأرض، ما يساعد الجيولوجيين على تعيين الحدود بين لب الأرض والغلاف المحيط به وتحديد مناطق التداخل بين الصفائح القارية تحت سطح الأرض.

وكشفت الدراسة المذكورة في مرصد لامونت - دوهرتي Lamont-Doherty الأرضي في جامعة كولومبيا النقاب عن



مشهد للأرض والقمر أخذ من الفضاء الخارجي

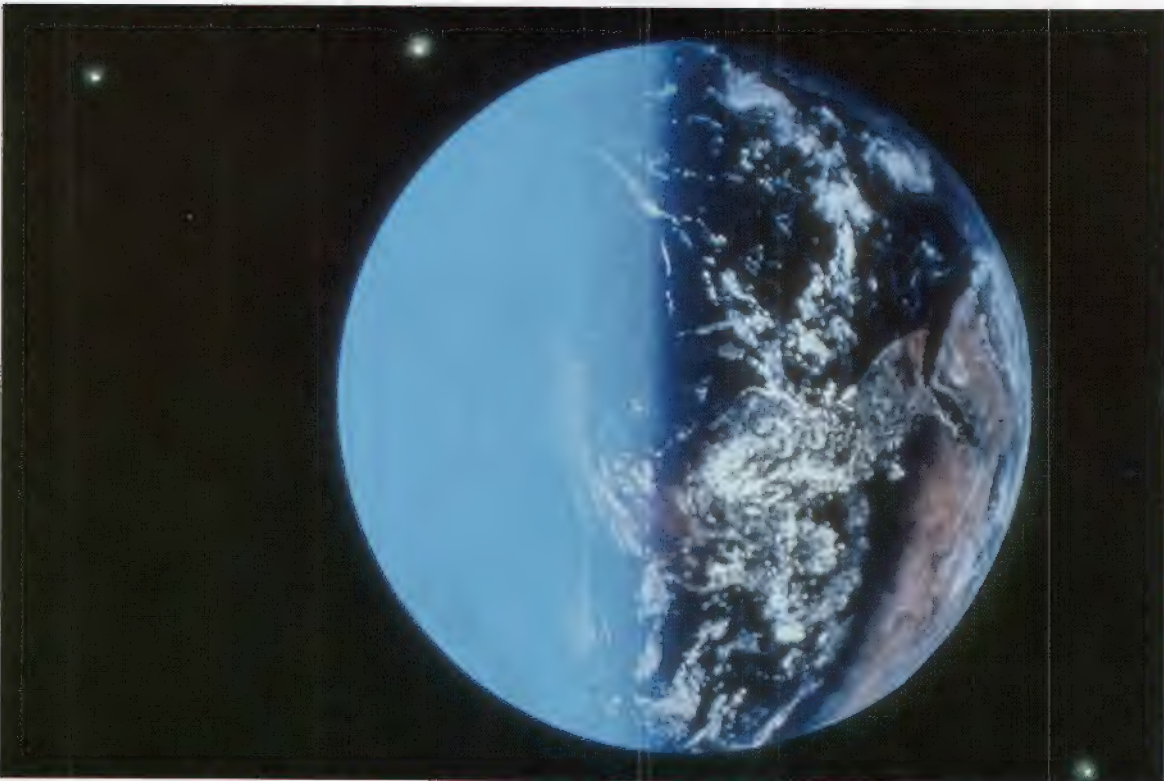
حركة اللب الداخلي بـ ١٠٠,٠٠٠ مرة، وذلك بحسب الدراسة المذكورة.

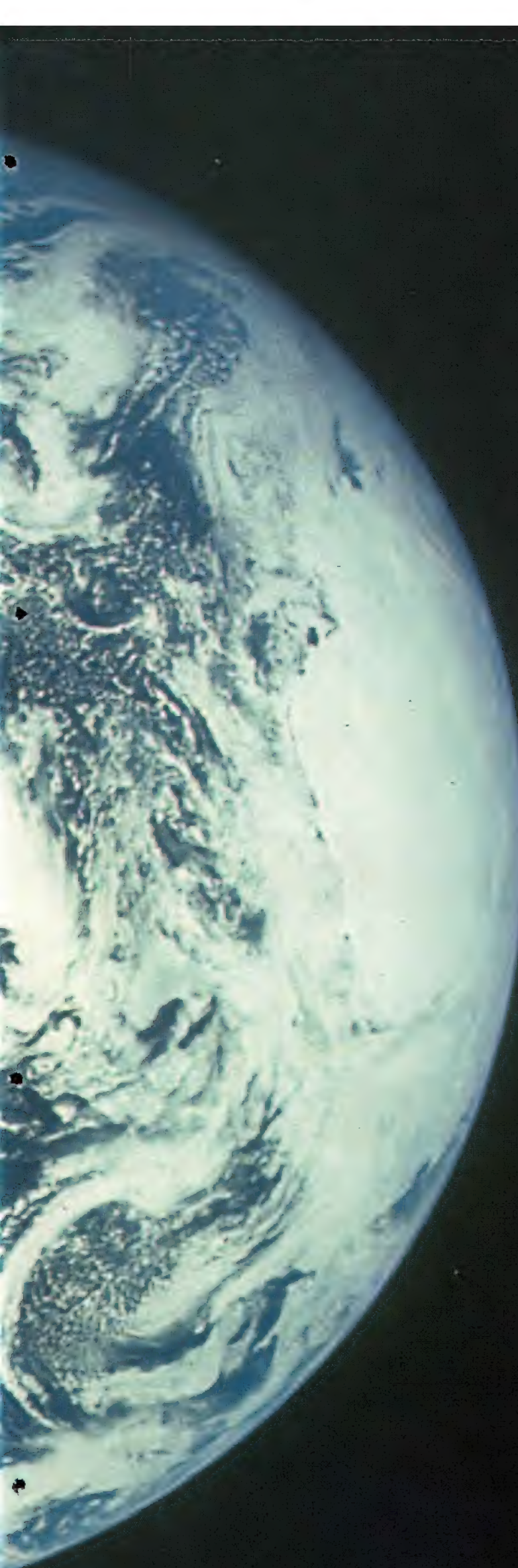
وراجع العلماء في جامعة كولومبيا التسجيلات الزلزالية، خلال الثلاثين عاماً الماضية، لتحديد التغيرات الدقيقة الطارئة على انتقال الزلازل والتفجيرات النووية عبر لب الأرض الداخلي. وقد توقعوا حصول تغيرات من هذا النوع لأن اللب الداخلي معروف بأنه ينقل الموجات الزلزالية في اتجاه معين، أسرع من نقله إياها في اتجاهات أخرى.

نظيرتها الموجودة على خطّ استواء سطح الأرض بمسافة قصيرة.

وبعد مرور عام، تكون النقطة الداخلية قد سبقت نظيرتها الخارجية بمقدار ٢٠ كم. وبما أن محيط اللب الداخلي يُقدّر بـ ٨٠١٠ كم تقريباً، تُتمّ النقطة الداخلية دورة كاملة، كلّما انقضى ٤٠٠ عام، مثلما يُتمّ متسابق على درّاجة دورة كاملة مقارنةً بمتسابق آخر. وتعدّ هذه الحركة سريعة نسبياً مقارنةً بسائر الحركات الجيولوجية. فالقارّات تنزاح بمقدار سنتيمترات قليلة كلّ سنة - أي إنها أبطأ من

استباق اللب الداخلي للأرض بقية طبقات الكوكب بمقدار ١,١ درجة شرقاً كلّ عام. تخيل نقطة على خطّ استواء سطح الأرض ونقطة تقابلها تحتها تماماً على خطّ استواء اللب الداخلي. يبدو الوضع كوضع راكبي دراجتين عند خطّ انطلاق أحد السباقات يقفان على مسارين منفصلين. ومع دوران الأرض حول محورها - وهو خطّ وهمي يخترق لب الأرض - كلّ ٢٤ ساعة، تسبق النقطة الواقعة على خطّ استواء اللب الداخلي





ومن التفسيرات المحتملة لهذه الظاهرة «السريعة»، تلك المتوافرة في دراسة حديثة اقترحت بأن اللب الداخلي قد يكون بلورة حديدية ضخمة تسمح بمرور الموجات الزلزالية العابرة بالطول بشكل أسرع، مقارنة بالموجات العابرة بالعرض.

ويعتقد أن اتجاه «محبية» اللب الداخلي، وهو الاتجاه الذي تعبّر به موجات الزلازل بسرعة، متقارب مع محور دوران الأرض الذي يخترق الأرض من القطب الشمالي الجغرافي إلى القطب الجنوبي الجغرافي.

ورأى علماء الفيزياء الجيولوجية أنه في حال دوران اللب الداخلي بسرعة تفوق دوران سطح الأرض، تكون محاذاة المحور «السريع» عرضة للتغيير مقارنة بالسطح، ما يؤثر في الوقت اللازم لانتقال الموجات الزلزالية عبر اللب الداخلي. وللتأكد من ذلك، قارن العلماء معلومات صادرة عن محطة رصد زلزالي حول هزة أرضية حاصلة قربها، بمعلومات حول الهزة نفسها صادرة عن محطة تقع في الجانب المقابل من الأرض.

مثلاً، قورنت معلومات حول هزة قيس في محطة رصد زلزالي في جزر ساندويش الجنوبية (وهي تابعة لبريطانيا تقع بين أنتاركتيكا وأميركا الجنوبية)، بمعلومات صادرة عن محطة واقعة في الجانب المقابل من الأرض، أي في بلدة كوليدج College في ولاية ألاسكا الأميركية. وقورنت معلومات مماثلة من جزر كيرماديك قرب نيوزيلاندا مع معلومات من كونجسبير وبرجن في النرويج؛ وكذلك معلومات من جزيرة تونجا في المحيط الهادئ مع معلومات من جرافنبرج في ألمانيا. وحصل العلماء على معلومات زلزالية من مركز رصد الزلازل في جزر ساندويش الجنوبية تعود إلى الستينيات. أمّا بالنسبة إلى المجموعتين الأخريين من المعلومات الزلزالية، فلم يجدوا معلومات مسجلة قبل الثمانينيات.

وبالنسبة لكل مسار من المسارات الزلزالية الثلاثة، وجد العلماء أن الموجات اتبعت أحد طريقتين: طريق يمدّ خلال اللب الخارجي فحسب، وآخر يمدّ عبر اللبين الداخلي والخارجي. ولاستبعاد دور بعض العوامل كاختلاف الكثافة بين مختلف طبقات الأرض، قاس العلماء الفرق بين الوقتين اللّازمين لانتقال الموجات الزلزالية عبر الطريقتين. ولاحظوا أن الفرق ازداد بالنسبة لمسار جزر ساندويش الجنوبية - ألاسكا مع مرور السنوات، فيما تضاعف على مسار جزر كيرماديك - النرويج، وظلّ مستقرّاً نسبياً على مسار تونجا - ألمانيا.

ودلّت هذه النتائج إلى أن اللب الداخلي تحرك شرقاً. فالخروج «السريع» كان يقترب من محاذاة مسار جزر كيرماديك - النرويج ويتعد عن محاذاة مسار جزر ساندويش الجنوبية - ألاسكا. أمّا مسار



المحيط بالأرض حيث يشكّل درعاً واقية للكوكب من معظم الإشعاعات الكونية والأشعة الشمسية. ويُعتقد أنّ اللب الخارجي يعمل مولداً كهربائياً ضخماً: أثناء انتقال الحرارة عبر هذا اللب، يتدفق السائل حول نفسه، منتشراً تيارات كهربائية تخلق الحقل المغنطيسي. هذا التفاعل المعقد بين التيار الكهربائي والحقول المغنطيسية قائم بنفسه جزئياً، فالعملية اللتان تخلقان التيار والحقل المغنطيسي تُنشأتان بعضهما بعضاً.

واللب الداخلي، كونه بلورة عملاقة، قادر على نقل بعض هذه الكهرباء بحيث يلعب هذا اللب دوراً في خلق الحقل المغنطيسي. وتوحي نماذج نظرية، كذلك التي وضعها العلماء المشار إليهم آنفاً، أنّ انتقال الطاقة في هذا النظام الدينامي يجعل اللب الداخلي يدور حول نفسه بسرعة تفوق بقليل سرعة دوران سطح الأرض.

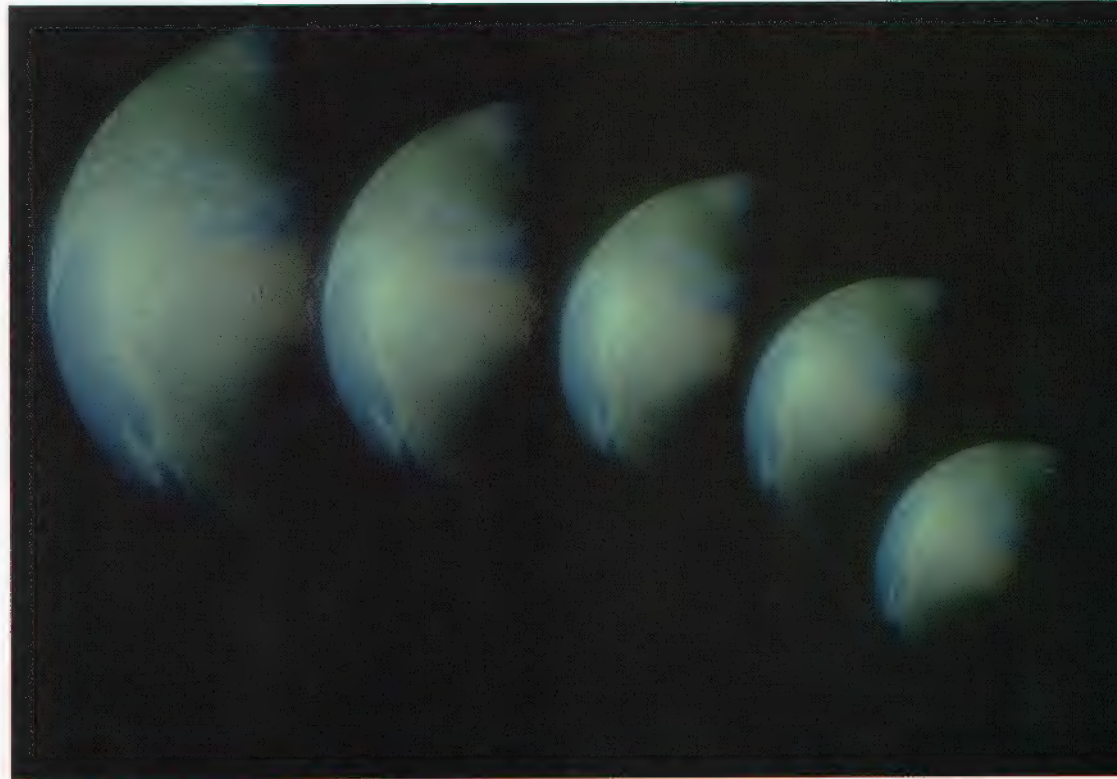
ويرى علماء الفيزياء الجيولوجية أنّ اتجاه هذا الدوران شرقاً يساهم في تفسير ظاهرة أخرى معروفة منذ زمن، وهي ظاهرة انزياح قطبي الأرض المغنطيسية. ففي النصف الشمالي، ينزاح القطب المغنطيسي قليلاً نحو الغرب كل عام، عاكساً الحركة باتجاه الشرق التي يقوم بها اللب الداخلي. ويُعتقد أنّ توسّع المعلومات حول هذا النظام الدينامي عبر وسائل الملاحظة، سيمكّن العلماء في النهاية من التنبؤ بدرجة انزياح القطبين المغنطيسيين.

وستمكن المعلومات الإضافية في حال توفرها العلماء يوماً ما، من التنبؤ بالانعكاسات المغنطيسية. فالجيولوجيون وجدوا في الصخور والترسبات دلائل على أنّ الحقل المغنطيسي للأرض قد انعكس مرّات عدّة خلال ملايين السنوات. في حال انعكس الحقل المغنطيسي اليوم، سوف تشير إبرة البوصلة إلى الجنوب بدلاً من الشمال. ولا يعرف العلماء بعد هل ستقع الأرض أثناء حدوث عملية الانعكاس المغنطيسي في حقل مغنطيسي ضعيف أو معدوم يترك الكوكب عرضةً للأشعة الضارة بالحياة.

وستصقل المعلومات الجديدة أيضاً ما نعرفه حول بعض العمليات الحاصلة داخل الأرض، كانتقال الحرارة من اللب إلى الغلاف، وهي عملية تلعب دوراً كبيراً في ظواهر سطحية كانهجار البراكين وحدوث الزلازل.

وقد راجعت دراسة جامعة كولومبيا معلومات متوافرة خلال ثلاثين سنة. ولذلك يبقى على العلماء إدراك ما إذا كانت حركة اللب الداخلي تحافظ على ثباتها خلال فترات أطول من الزمن، أو هل تتباطأ أو تتسارع أو حتى تنعكس. وعليهم أيضاً الإجابة عن التساؤل: هل تتذبذب حركة اللب مع مرور الزمن مثلما هي الحال مع حركة السطح؟ فالتذبذب السطحي، المسمّى بمبادرة Precession، يغيّر المناخات المناطقية ببطء خلال آلاف السنوات. وتمتدّ الدورة الواحدة من المبادرة إلى حوالي ٢٠,٠٠٠ سنة.

وقد تباطأ دوران الطبقات الأرضية الخارجية مع مرور الزمن. فعلماء الكواكب والجيولوجيون اكتشفوا أخيراً أنّ اليوم كان أقصر بست ساعات منذ ٩٠٠ مليون سنة.

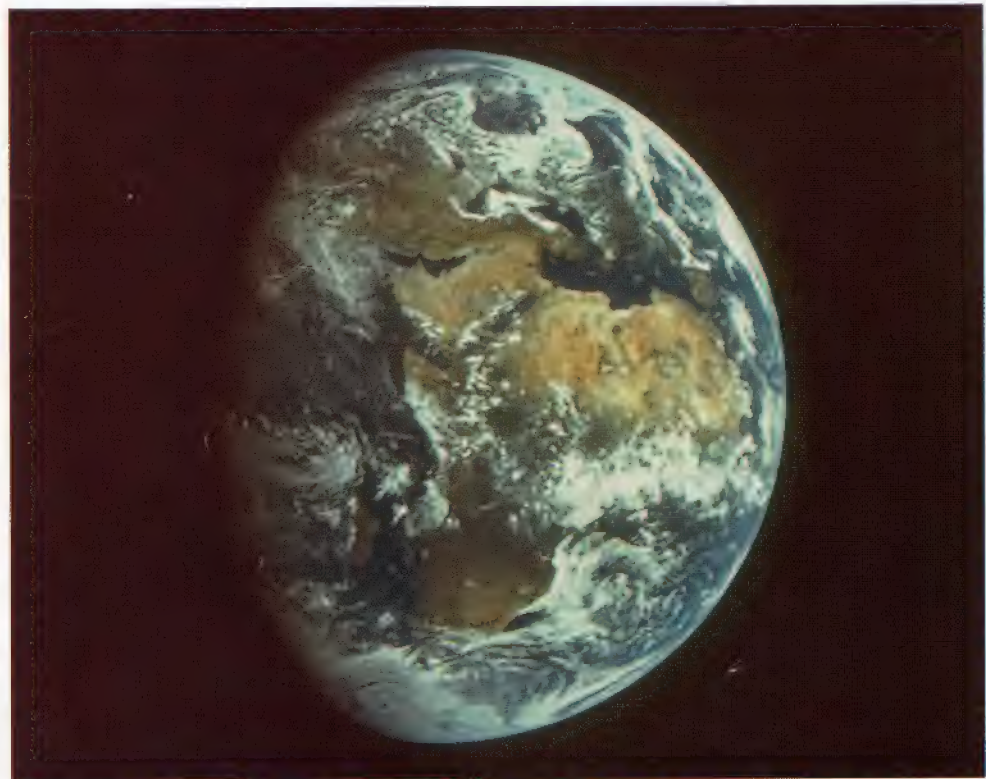


مشهد للأرض أخذ من الفضاء الخارجي

وتوافقت الاكتشافات الجديدة حول دوران اللب الداخلي بشكل يفوق دوران الطبقات الأخرى سرعة، مع حسابات نظرية أجراها علماء في مختبر لوس ألاموس الوطني في نيومكسيكو وجامعة كاليفورنيا في لوس أنجيلوس في الولايات المتحدة. فهذه الحسابات التي أُجريت على حواسيب (كومبيوترات) معقدة تركّزت حول النشاطات الداخلية لكوكب الأرض. فاللب الخارجي، المؤلف من معادن سائلة، يخلق الحقل المغنطيسي للكوكب، وهو حقل القوة الذي يجعل إبرة البوصلة تشير إلى الشمال. ولا تزال العملية الحقيقية في هذا المضمار من الأمور الغامضة التي يجدها العلماء لسبر أغوارها. ويصل الحقل المغنطيسي إلى الفضاء

تونجا - ألمانيا فيقع على امتداد سطح مواز لخط الاستواء ومتعامد تقريباً مع المحور «السريع». ولأنّ هذا المسار غير محاذ تماماً تقريباً للمحور «السريع»، رأى العلماء أنّ انحرافه لا يؤثر في الموجات الزلزالية العابرة لللب الداخلي في هذا الاتجاه.

وفي الوقت الحاضر، يشير أحد طرفي المحور «السريع» باتجاه المحيط المتجمّد الشمالي بإحداثيتين مساويتين لـ ٧٩ درجة شمالاً و ١٦٩ درجة شرقاً في نصف الكرة الأرضية الشمالي. وقبل ثلاثين عاماً، كان اتجاه المحور يشير إلى موقع يقع إلى ٣٣ درجة غرباً وعند خط العرض نفسه، كما ذكرت الدراسة.



الأرض

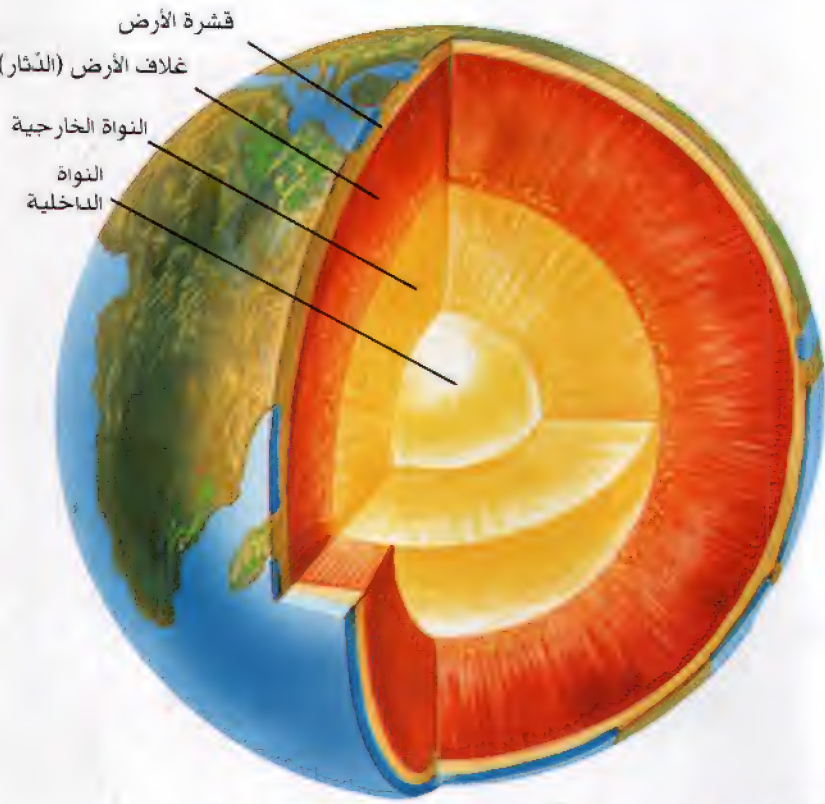
الأرض، موطن الإنسان، هي كوكب يدور حول الشمس في مدار منتظم مثل الكواكب الثمانية الأخرى الموجودة في النظام الشمسي. ويتصف كل من هذه الكواكب بخصائص مميزة، بعضها معروف تماماً لدى العلماء والجمهور عموماً. فزحل، مثلاً، محاط بمجموعة من الحلقات، ويشتهر المشتري بأنه أكبر كوكب في النظام الشمسي. وتُعرف الأرض أيضاً بخصائص مميزة، وهي خصائص مهمة جداً بالنسبة للإنسان. فالأرض هي الكوكب الوحيد المعروف الذي تسوده درجة الحرارة المناسبة ويغلقه الجو المناسب، اللذان يسمحان بوجود الحياة كما نعرفها الإنسان.

وتسمح خصائص الأرض المميزة بوجود أنواع النباتات والموارد الطبيعية التي يمكن أن يعيش فيها النبات والإنسان والحيوانات الأخرى. وينطوي هذا الواقع على أهمية كبرى بالنسبة للإنسان، حتى أنه أنشأ علماً خاصاً يُدعى علم البيئة، يدرس اعتماد كافة

من الإشعاع الشمسي، ولا سيما الأشعة السينية (أشعة إكس) والأشعة فوق البنفسجية. إن هذا الإشعاع مضر جداً بالكائنات الحية؛ ولولا ترشيح الجو له، لما استطاع على الأرجح أي شكل من أشكال الحياة أن يظهر على الأرض. وهكذا، فإن الشروط الضرورية لأشكال الحياة هذه - الماء والجو المناسب وكمية أشعة الشمس ونوعها - متوفرة على سطح الأرض. والأرض هي الكوكب الوحيد في النظام الشمسي الذي يتمتع بجميع هذه الشروط «الملائمة».

كوكب الأرض

خلال بضعة مئات السنين الفائتة، أقر الجميع تقريباً أن الأرض مستديرة. ويعتقد معظم الناس أن الأرض كروية الشكل وشبيهة، إلى حد ما، بكرة صلبة. والحقيقة هي أن الأرض ليست كروية تماماً، وتُظهر بعض الانتفاخ حول خط الإستواء. ويبلغ قطر الأرض حول خط الإستواء (وعند مستوى سطح البحر) ١٢٧٥٦,٨ كيلومتراً.



نسبة اليابسة إلى الماء

مختلفة أيضاً اختلافاً كبيراً. ويبدو في الواقع أن الأرض مؤلفة من مجموعة من الطبقات. وتشتمل بنية الأرض على ثلاث طبقات أساسية: الطبقة الخارجية التي تغطي الأرض كجلادة رقيقة وتُدعى القشرة أو الأديم؛ والطبقة السميكة الواقعة تحته وتُدعى الغلاف؛ والنواة التي تشغل المنطقة المركزية. وتنقسم كل طبقة إلى بنى أخرى أكثر تعقيداً.

تختلف سماكة قشرة الأرض بين مكان وآخر. فيبلغ معدل سماكة القشرة تحت المحيطات ٥ كيلومترات، لكنه يصل إلى ٣١ كيلومتراً تحت القارات. ويشكل هذا الاختلاف في السماكة تحت المحيطات وتحت القارات، إحدى خصائص القشرة الهامة.

ويختلف هذان الجزءان من القشرة من نواح أخرى أيضاً. فكل منهما مؤلف من أنواع مختلفة من الصخور. وتكون الصخور القارية، مثل الجرانيت، أقل كثافة من الصخور في أحواض المحيطات، مثل البازلت. ويتميز أيضاً كل جزء ببنية مختلفة. وتتمتع أيضاً الصخور البازلتية التي تغطي القسم الأكبر من قاع المحيطات تحت القارات، فيبدو وكأن الصخور الخفيفة التي تشكل الكتل القارية تطفو فوق الصخور الثقيلة الموجودة تحته.

وتشير النظريات الحديثة في بنية الأرض إلى أن هذا هو بالتحديد ما يحدث فعلاً. ولكن، من أجل



نصف الكرة القاري

ثقيلة ذات كتلة محدّدة بدقّة قرب بعضها البعض، في جهاز يقيس قوة التجاذب الثقالي بينها. وفقاً لقانون الجاذبية الذي جاء به نيوتن، تكون قوة الجاذبية متناسبة مع حاصل ضرب الكتلتين المتجاذبتين. ويمكن قياس قوة الجاذبية التي تسلبها الأرض على الكتلة الاختيارية، بسهولة كبيرة، فهي ببساطة وزن الكتلة عندها. ويمكن قياس قوة التجاذب بين كتلتين معروفتين في المختبر. ويكون بذلك العامل الوحيد المجهول هو كتلة الأرض، التي يمكن تحديدها بسهولة، مقارنة بالعوامل الأخرى. ويستطيع العلماء حساب حجم الأرض لأنهم يعرفون شكل الكوكب. فيقسمون كتلة الأرض بالحجم، ويحصلون بذلك على معدل كثافة المادة التي تؤلف الأرض، وهي ٥,٥ غرامات في السنتيمتر المكعب.

ويشمل هذا المعدل جميع المادة، من سطح الأرض إلى مركزها. لكن كثافة المادة التي تؤلف الأرض تختلف بين مكان وآخر. فمعظم المادة التي تشكل القارات، لا يبلغ كثافته سوى نصف هذا المعدل تقريباً. ولا تزال كثافة المادة في مركز الأرض غير مؤكّدة إلى حد ما، لكن أفضل القرائن المتوفرة تبين أنها تساوي تقريباً ثلاثة أضعاف معدل كثافة الأرض.

طبقات الأرض

لا يختلف سطح الأرض ومركزها من حيث الكثافة فقط. وتبدو أنواع المواد في هذين الموضعين



نصف الكرة المحيطي

وتبلغ المسافة الفاصلة بين القطب الشمالي والقطب الجنوبي (أيضاً على مستوى سطح البحر) ١٢٧١٣,٨ كيلومتراً. مقارنةً بقطر الأرض، يبدو الفارق ضئيلاً - ٤٣ كيلومتراً فقط - لكنه كبير، قياساً على تضاريس سطح الأرض. فعلى سبيل المثال، لا يرتفع أعلى جبل على سطح الأرض، وهو جبل إيفيرست، أكثر من ٩ كيلومترات تقريباً فوق سطح البحر. ويعرف شكل الأرض تشويهاً آخر ضئيلاً، فهو يبدو أكثر امتلاءً في نصف الكرة الجنوبي مما هو في نصف الكرة الشمالي؛ ولا يبلغ هذا الفارق في أقصى حد له أكثر من ٣٠ متراً.

وقد حسب العلماء شكل الأرض في أوّل الأمر، استناداً إلى قياس المساحين للقارات، كيلومتراً تلو كيلومتر. أما اليوم، فتشكل الأقمار الصناعية أداة قياس أكثر شمولية ودقّة. ويقس الرياضيون بدقّة مدارات الأقمار الصناعية، ثم يحسبون قوة الجاذبية التي تمارسها الأرض على هذه الأقمار. واستناداً إلى هذه الحسابات، يستطيع الرياضيون استنتاج شكل الأرض. وقد اكتُشف الإنفتاح الضئيل لنصف الكرة الجنوبي، إثر حسابات من هذا النوع.

كتلة الأرض وحجمها وكثافتها

تبلغ كتلة الأرض $6,٥٩٥ \times 10^{21}$ طن، أي ٦ سكستليون Sextillion ٥٩٥٥ كينتليون Quintillion طن. ويقس العلماء كتلة الأرض بواسطة تجارب دقيقة جداً في المختبر. فيضعون أوزاناً

الكائنات الحية بعضها على بعض، وعلى نباتاتها. ويحاول علماء البيئة إيجاد الوسيلة الملائمة للحفاظ على نباتات الأرض، بحيث تتمكن الكائنات الحية من الاستمرار في العيش على سطح الكوكب.

تتمتع الأرض بشروط ممتازة لوجود الحياة. فدرجة الحرارة منخفضة بما فيه الكفاية، لكي يبقى الماء السائل على سطح الأرض؛ وتغطي المحيطات في الواقع أكثر من ثلثي سطح الكوكب. إلا أن درجة الحرارة مرتفعة أيضاً بما فيه الكفاية، بحيث لا يبقى سوى جزء ضئيل من هذا الماء مجمداً بشكل دائم - قرب القطبين الشمالي والجنوبي وعلى قمم بعض الجبال.

وتتميز الأرض أيضاً بجو كثيف تننفسه الحيوانات بسهولة، وتأخذ منه النباتات ثاني أكسيد الكربون الذي تحتاج إليه لتنمو. لكن الجو ليس كثيفاً جداً بحيث يحجب أشعة الشمس. وبالرغم من أن الغيوم غالباً ما تظهر في السماء، فإن كمية كافية من أشعة الشمس تصل بالإجمال إلى سطح الأرض، لكي تتمكن النباتات من النمو والتكاثر. وتحول النباتات، أثناء نموها، الطاقة المستمدة من أشعة الشمس إلى طاقة كيميائية تستعملها في عمليات الحياة. ويشكل هذا التفاعل بين النباتات والشمس، مصدر الطاقة الأساسي لجميع أشكال الحياة تقريباً على الأرض.

ومع أن الغلاف الجوي يسمح لأشعة الشمس بالوصول إلى سطح الأرض، فإنه يصدّ بعض أجزاء

العالم السطحية على قاع البحر

نجد جبلاً وودياناً وسهولاً على قاع المحيطات، شبيهة بما نَجده على سطح القارّات. وتحدث تغييرات في تضاريس قاع المحيط كما يحدث في تضاريس القارّات.

على القارّات، يعمل عدد كبير من قوى الحثّ (وبشكل خاصّ قوّة الماء) بشكل دائم. وتحت هذه العوامل الجبال، وتحمل التراب إلى الوديان والسهول المنخفضة. وتحمل الأنهار بعض هذا التراب إلى المحيط. وتساهم عوامل أخرى أيضاً، مثل الرياح وتغيير درجات الحرارة، في حثّ الجبال العالية.

في المحيطات، يحدث عدد قليل من العواصف المطرية وتغيير ضئيل جدّاً في درجات الحرارة. ولكن، هناك قوى تعمل إلى حدّ ما مثل الرياح؛ وهي التيارات المحيطية العميقة المعروفة بتيارات عكّيزة، التي تحمل الوحل والطين من السفوح العالية على قاع المحيط إلى الأعماق السحيقة. وتُسبب هذه التيارات أيضاً انحناءات التضاريس السطحية على قاع المحيط.

يشتمل معظم القارّات على سطوح واسعة مسطّحة تغطّي مئات الآلاف من الكيلومترات المربعة. ومن هذه السهول، نذكر مراعي (براري) أميركا الشمالية وسهوب روسيا وحوض الأمازون في أميركا الجنوبية. وتشهد أيضاً المحيطات العميقة سهولاً واسعة تُعرف بالسهول الأعماقية أو سهول الأعماق. ويمتدّ السهل الأعماقيّ في شمال المحيط الأطلسيّ على ٦٠٠٠ متر تحت سطح المحيط. والقسم الأكبر من هذا السهل مستوٍ تماماً تقريباً، لكنّ بعض الجبال التبحرّية ترتفع هنا وهناك.

وكما نجد سلاسل جبال على القارّات، فهي تمتدّ أيضاً على قاع المحيط. وتقع عموماً هذه السلاسل، التي تبدو منظّمة وفق أنماط محدّدة، قرب مركز حوض المحيط. ولهذا السبب، يطلق العلماء عليها اسم سلاسل جبال وسط المحيط.

وترتفع سلاسل جبال وسط المحيط عالياً جدّاً فوق قاع المحيط. فعلى سبيل المثال، يقع قاع المحيط على جانبي سلسلة جبال وسط الأطلسيّ على ٥٠٠٠ متر تقريباً تحت سطح البحر. وترتفع جبال السلسلة ٣٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ متر فوق قاع المحيط. ويكون بعض القمم عالياً جدّاً بحيث يظهر فوق سطح المحيط. فجزر الأسور وجزيرة أسنسيون هي قمم في سلسلة جبال وسط الأطلسيّ.

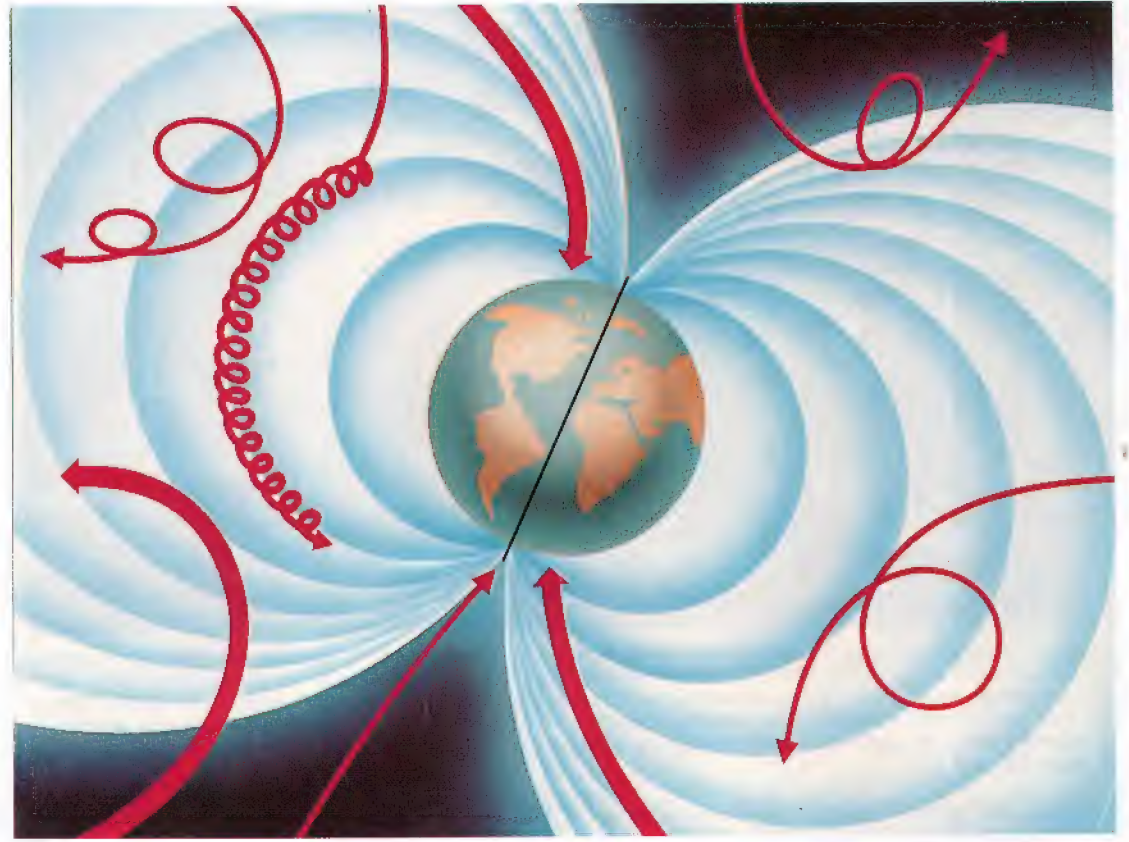
الجبال القارية

على غرار سلاسل جبال وسط المحيط، ترتفع سلاسل الجبال على القارّات إلى علوّ شاهق فوق السهول التي تحيط بها. ويرتفع الكثير من قمم جبال الأند في أميركا الجنوبية أكثر من ٦٠٠٠ متر فوق مستوى وادي نهر الأمازون. وتنتصب جبال روكي (الجبال الصخرية) في أميركا الشمالية بارتفاع ٤٠٠٠ متر تقريباً فوق مراعي السهول الكبرى.

وتضمّن الهيمالايا، وهي سلسلة تمتدّ على طول الحدود الشمالية للهند، أعلى جبل في العالم: جبل إيفريست، الذي يصل ارتفاعه إلى ٨٨٤٨ متراً. وتشتمل الهيمالايا على عدد كبير من الجبال الشاهقة التي ترتفع إلى أكثر من ٧٠٠٠ متر فوق سهل نهر الجانج.

يعتبر كثيرون أنّ الجبال هي أكثر التضاريس السطحية مشهّدة. وتتصل الجبال عادة بعضها ببعض، لتشكيل سلاسل طويلة تمتدّ على مئات أو آلاف الكيلومترات فوق سطح الأرض. ومن سلاسل الجبال الهائلة، نذكر الألب في أوروبا والهيمالايا في آسيا وجبال روكي (الجبال الصخرية) في أميركا الشمالية.

يحدّد الجيولوجيون أيضاً تجمّعات أكبر من الجبال تشتمل على عدد من سلاسل الجبال. ويُعرف مثل هذا التجمّع بالنظام الجبليّ. وغالباً ما تكون الأنظمة الجبلية عند حافات القارّات، ولا سيّما في أميركا الشمالية والجنوبية. ويعتقد العلماء أنّه، نظراً إلى أنّ سلاسل الجبال تشكّل أنظمة وإلى أنّها تمتدّ في مواقع



خطوط قوّة الحقل المغنطيسي

ويذوب بسهولة في الماء. تذوب كمّيات قليلة من الملح الموجود على القارّات في مياه الجداول والأنهار، التي تحملها إلى البحر. وقد تراكم هذا الملح في المحيطات طوال مليارات السنين.

وعندما يتبخّر الماء من المحيطات ويصعد في الجوّ، يتركّز الملح في البحر، ويبلغ معدّل كمّية الملح المذاب في مياه البحر ٣.٤٥٪ من الوزن. ويمكن الحصول على النسبة المئوية نفسها تقريباً، إذا أُذيبت ثلاثة أرباع ملعقة صغيرة من الملح في ٩٠٠ غرام من الماء.

تزويد الأرض بالماء

يؤمن الماء الذي يتبخّر من سطح المحيطات ويرتفع في الجوّ، معظم كمّية الأمطار التي تهطل على القارّات. وتحمل التيارات الهوائية المتحرّكة بشكل مطّرد في جوّ الأرض، الهواء الرطب إلى داخل القارّات. وعندما يبرد الهواء، يتكثّف بخار الماء لتشكيل قطرات ماء، ويمكن رؤيتها عادة على شكل غيوم. وغالباً ما تجتمع القطرات معاً لتشكيل قطرات المطر. وإذا كان الجوّ بارداً بما فيه الكفاية، تتشكّل ندائف ثلج بدلاً من قطرات المطر. في أي حال من الأحوال، يسقط الماء الذي قطع مئات أو حتى آلاف الكيلومترات انطلاقاً من المحيط، فوق سطح الأرض. وفوق القارّات، يجتمع الماء، باستثناء الكمّية التي تتبخّر على الفور، ويشكّل مجاريّ مائية أو يتسرّب في الأرض، ويبدأ رحلته عائداً إلى البحر.

يتحرّك قسم كبير من مياه الأرض تحت سطح الأرض، وتزوّد هذه المياه الأشجار والنباتات الأخرى، بالرطوبة التي تحتاج إليها لتعيش. ويجري معظم المياه الجوفية، مثل المياه السطحية، باتجاه البحر، لكنّها تتحرّك ببطء أكثر.

توازن الرطوبة ودرجة الحرارة

تُعرف حركة الماء الدورية، من المحيطات إلى الجوّ ثمّ إلى الأرض وعودة إلى المحيطات، بالدورة الهيدرولوجية أو دورة المياه. تلعب المحيطات دوراً هاماً في إحلال التوازن في هذه الدورة. فهي تتفاعل مع الجوّ لإبقاء نسبة ثابتة تقريباً من بخار الماء في الجوّ. ومن غير تأثير المحيطات الذي يضمن التوازن، قد تصبح قارّات بكاملها جافة تماماً في بعض الفترات، ومغمورة بالفيضانات في فترات أخرى.

وتلعب المحيطات أيضاً دور الخزان الحراريّ. فعندما يكون الجوّ فوق المحيطات بارداً، تقوم الحرارة الآتية من المحيط بتدفّته. وعندما يكون الجوّ أكثر دفئاً من المحيط، يقوم المحيط بتخفيض درجة حرارته. ومن غير هذا التأثير الذي يُحِلّ التوازن، يصبح الفارق في درجات الحرارة بين الشتاء والصيف، وحتى بين النهار والليل، أكبر بكثير.

فهم نظرية الصخور الطافية، يجب تشكيل فكرة عن الطبقة الواقعة تحت القشرة، أو الغلاف.

لم يتمكّن الإنسان حتى اليوم من رؤية الغلاف. فقد حفر الناس حفراً عميقة، مثل آبار النفط، في قشرة الأرض، وذلك على القارّات أو في قاع المحيطات على حدّ سواء، ولكن لم تُحفر أيّة حفرة عبر القشرة وصولاً إلى الغلاف. وقد جاءت جميع المعلومات المتوقّعة حول الغلاف من قياس الموجات الزلزالية، وهي الاهتزازات الناتجة عن الزلازل. ويستنتج العلماء من هذه القياسات، الكثير من خاصيّات الغلاف.

تبلغ سماكة الغلاف حوالي ٢٩٠٠ كيلومتر، وهو ينقسم إلى ثلاث مناطق. إنّ مادة الغلاف الصخرية صلبة جدّاً، مقارنةً بالأشياء التي تصادفها في التجربة اليومية. ولكن، إذا تعرّضت هذه المادة لضغط لمُدّة طويلة من الزمن - ربما مليون سنة - فسوف تنخفض بعض الشيء. وبالتالي، إذا تغيّر توزيع الصخور في القشرة تدريجياً، كما يحدث عندما ترسّب المادة المنحثة من الجبال على قاع المحيط، ينخفض الغلاف ببطء لتعويض التغير في وزن المادة الصخرية فوقه، وهذا ما يُعرف بنظرية توازن القشرة الأرضية.

تمتدّ نواة الأرض إلى الخارج انطلاقاً من مركز الكوكب، بشعاع يساوي ٣٤٨٠ كيلومتراً تقريباً. ويبقى الحصول على المعلومات حول داخل الأرض أمراً صعباً جدّاً، حتى أنّ الكثير من الأفكار حول بنيته يفتقر إلى تأكيد. ويشير بعض الأدلّة إلى أنّ النواة تنقسم إلى منطقتين: النواة الداخلية الصلبة التي يبلغ شعاعها حوالي ١٢٥٥ كيلومتراً، والنواة الخارجية شبه السائلة.

ويختلف العلماء حول هذا الوصف للنواة، لأنّه يستند إلى معطيات موجبة زلزالية ناقصة. وتشير النظرية إلى أنّ كثافة المادة التي تُؤلّف النواة الداخلية، تبلغ حوالي ١٦ إلى ٢٠ غراماً في السنتيمتر المكعب، وأنّ كثافة المادة التي تُؤلّف النواة الخارجية تبلغ حوالي ١١ إلى ١٢ غراماً في السنتيمتر المكعب.

مناطق الأرض السطحية

تناول الكثير من الدراسات العلمية قشرة الأرض الرقيقة التي يعيش فوقها الإنسان، وأصبح معظم معالمها السطحية معروفاً جيّداً. تشغل المحيطات ٧٠,٨٪ من مساحة سطح الأرض، فيبقى أقلّ من ثلث سطح الأرض للقارّات.

ولبست كلّ مساحة القارّات من الأرض الجافة، إذ تغطّي البحيرات والأنهار والجليد بعض أجزائها. ولا تتجاوز الأرض الجافة، في الواقع، ربع مساحة الأرض الإجمالية.

المحيطات المالحة

تتكوّن المحيطات من الماء المالح. والملح هو معدن شائع جدّاً على الأرض

تدريجياً قمم الجبال وحملت التراب إلى الوديان، حتى أصبحت أخيراً المنطقة بكاملها شبه مستوية.

في بعض المناطق، نجد أدلة على أن السهول كانت في الماضي تحت سطح البحر. وقد وجدت أحافير لخلوقات بحرية في صخور تقع الآن على ارتفاع كبير فوق سطح البحر.

الأنهار والجداول

تجري شبكات أنهار كبيرة في معظم السهول. وتختلف هذه الأنهار اختلافاً كبيراً عن الأنهار في سلاسل الجبال. تنحدر الجداول والأنهار الجبلية بسرعة أكبر على السفوح. وهي تتدفق بسرعة واختلاط بشكل شبه عمودي، مبعدة الحصى والصخور عن سبيلها، ومشكلة أحياناً شلالات تسقط من فوق الأجراف. وتحمل هذه المجاري كمية كبيرة من الماء.

وتبدو المياه الجارية السريعة صافية وفوّارة. لكن كل جدول ونهر، سواء جريا في الجبال أو في السهول، يحملان معها رسابات يأخذانها من الأماكن العالية. وتبدو المجاري الجبلية صافية لأنها تحتوي على كمية كبيرة جداً من الماء، مقارنةً مع كمية المواد الرسوبية التي تحملها.

وغالباً ما تبدو جداول وأنهار السهول بيّنة اللون وموجلة. وهي تحمل تركيزاً أكبر من الترسبات، وتجري ببطء أكبر من جداول وأنهار الجبال، إضافة إلى أنها تتعرّج في جريانها مشكلة حلقات كبيرة.

يتطلب حدوث تعرّج في مجرى النهر وقتاً طويلاً جداً. تصوّر نهراً يجري ببطء في مرعى واسع، ويجري جزء منه في خط مستقيم. يحثّ الماء مجرى النهر ببطء ولكن ببطء، ويكشف في مآل الأمر تكويناً صخرياً أو مجموعة من الجلاميد (صخور ضخمة أكسبتها المياه شكلاً مدوراً). ونظراً إلى أن النهر لا يتمتع بقوة كافية لحث الصخور أو دفع الجلاميد جانباً، يُضطر إلى الالتفاف حولها. وبهذه الطريقة، يتكوّن تدريجياً منعطف صغير.

يتحوّل الماء عند الحرف الخارجي للمنعطف بسرعة أكبر من الماء الذي يجري عند الحرف الداخلي، كما يتحوّل إطار العجلة بسرعة أكبر من الجزء الأقرب إلى المحور. يحثّ الماء السريع الجريان التراب بسرعة أكبر، ويميل إلى جعل المنعطف أكثر انحناء. ومع ازدياد انحناء المنعطف، يقوى تأثير المياه. وتتوّل المياه في النهاية إلى حفر قوس واسعة حول العائق.

يتقدّم التأثير في اتجاه مجرى النهر؛ وعندما يخرج الماء من المنعطف، يحمله زخمه إلى الضفة المقابلة. ثم تنحّت هذه الضفة تدريجياً، وتبدأ المياه بحفر منحني في تلك الجهة، بالتحديد، من مجرى النهر الأصلي. ويستمرّ هذا التأثير في اتجاه مجرى النهر: تُحفر إحدى الجهتين أولاً ثم الجهة الثانية. وبمرور ملايين السنين، يتشكّل مجرى نهر متعرّج.

وتكون الغرى أحياناً شديدة الانحناء بحيث تشكّل ضفة النهر حلقةً شبه تامة. ويمكن أن تنحّت شقة الأرض الضيقة المتبقية بين بداية العروة ونهايتها، وتزول تماماً. وهكذا يجرى مجرى النهر الرئيسي في الطريق الجديدة المختصرة، ولا تجري في العروة الطويلة أي كمية تذكر من المياه. ومع تدفق النهر في مجراه الرئيسي، تتراكم الترسبات، وتشكّل حاجزاً بين المجرى الرئيسي وطرفي العروة المفتوحة. وفي نهاية الأمر، تنفصل العروة تماماً عن النهر، ولا تبقى سوى الوصلة المنحنية التي تُعرف بحميرة بيناد النير.

تحت الأنهار باستمرار المناطق التي تخترقها، فتجعل تدريجياً الوديان أكثر عمقاً. وفي بعض الحالات، تنتج عن عملية الحث معالم ملفتة. فقد حفر، مثلاً، نهر كولورادو في غرب الولايات المتحدة ممّارات جبلية هائلة في النجد المرتفع الذي يخترقه. ويُعتبر أحد هذه الممرات، جراند كانيون Grand Canyon في كولورادو، أحد أكثر المناظر مشهدية في العالم.

توفير الطعام والماء

بأني كلّ طعام الإنسان تقريباً من اليابسة، والقليل جداً منه يأتي من البحر. ويُنتج كلّ الطعام تقريباً في مزارع على القارّات. لكن الإنسان لا يستطيع استعمال سوى جزء بسيط من اليابسة للزراعة. فعلى ٧٪ فقط من اليابسة يُعتبر صالحاً للزراعة، بينما تحتل المستنقعات والأدغال قرب خطّ الإستواء، وملايين الكيلومترات المربعة من الصحاري،

خاصة على القارّات، فلا بدّ وأنها مرتبطة ببنية الأرض العميقة. ولا أحد يعرف تماماً نوع العلاقة التي تربط بين الأنظمة الجبلية وباطن الأرض. لكن، يُعتقد أن هذه العلاقة مرتبطة بالطريقة التي تتكوّن بها الجبال من كتل صخرية تدفعها إلى الأعلى قوى في الجزء السفلي من القشرة أو في الغلاف. وبما أن الأنظمة الجبلية ترتب وفق نمط منتظم نسبياً، يعتقد العلماء أن ذلك يشير إلى أن القوى في باطن الأرض تتبع أيضاً نمطاً محدداً.

ولا يزال بعض الأنظمة الجبلية، مثل تلك الممتدة على طول الساحل الغربي لأميركا الشمالية، يرتفع بشكل مطّرد. ومن جهة أخرى، تتعرّض أنظمة جبلية أخرى، مثل مجموعة جبال أبلش في شرق الولايات المتحدة، إلى الحث والتآكل.

وبرغم أن لا أحد يملك معلومات حاسمة حول القوى التي تتكوّن الجبال، فمن الواضح أن للزلازل والنشاط البركاني علاقة وثيقة بتكوين الجبال. ويعرف العلماء أن الزلازل والثورات البركانية تحدث عموماً ضمن أنظمة الجبال الحديثة التكوين. ولكن لا أحد يعلم تماماً نوع القوى الموجودة في عمق باطن الأرض التي تسبب حدوثها.

تتكوّن الجبال بثلاث طرق رئيسية. ويسمح بعض سمات كل من هذه الطرق بتتبع أثر الحركات التي أدت إلى تكوين الجبال على سطح الأرض. ويتكوّن معظم الأنظمة الجبلية طوال سنين عدة، بفضل هذه الطرق الثلاث مجتمعة.

في أحد أشكال تكوين الجبال، يُدفع الصخر المصهور بعنف إلى الأعلى أو يتسيل إلى الخارج من تحت سطح الأرض. وتتكدّس تراكمات هذا الصخر المتصلّب لتكوين الجبال. ويتكوّن معظم الجبال التبحرورية بهذه الطريقة.

في شكل آخر من تكوين الجبال، ينشق جزء من قشرة الأرض ويميل إلى الأعلى على أحد جانبيه. وتكون الجهة التي يحدث فيها الشق، شديدة التحدر ووعرة. أما الجهة المقابلة فتتحدّر بلطف إلى مستوى باقي القشرة. ويبدو أن جبال سيرا نيقادا في كاليفورنيا في الولايات المتحدة قد تشكّلت بهذه الطريقة.

ويحدث الشكل الثالث من تكوين الجبال، عندما تبدأ صفيحتان من قشرة الأرض بالاقتراب الواحدة من الأخرى. ويتعرّض الجزء من القشرة الواقع بين الصفيحتين إلى الانضغاط والثنّي. وتشبه هذه الظاهرة ما يحدث عندما تضع يديك على طرفي غطاء المائدة، ثم تدفعهما الواحد باتجاه الآخر. فالجزء من الغطاء الواقع بين يديك ينثني ويتغضّن. وتشكّل جبال أبلش في الولايات المتحدة مثلاً جيّداً على هذا النوع من التكوين.

الوديان والسهول

تفصل الوديان بين سلاسل الجبال. وفي بعض الحالات، يبدو تشكّل الوادي مرتبطاً مباشرة بتشكّل الجبال التي تحدّه على الجانبين. ويظهر هذا التأثير بشكل بارز في وادي الموت Death Valley في الجنوب الغربي من الولايات المتحدة.

وتحدّ وادي الموت من الشرق والغرب سلسلتان جبليتان صغيرتان حديثتا التكوين، لا تزالان ترتفعان باستمرار؛ ومع ازدياد ارتفاع هاتين السلسلتين، تبتعدان الواحدة عن الأخرى. وينخفض الامتداد الصخري الواسع الواقع بينهما بشكل مطّرد في الشقّ الناتج عن تباعد السلسلتين. ونتيجة لذلك، ينخفض وادي الموت - الذي هو اليوم أوطأ نقطة في الولايات المتحدة - أكثر فأكثر قرناً بعد قرن.

ويُعتبر وادي الموت حالة خاصة جداً جاءت نتيجة حركة غير اعتيادية في الجبال المحيطة. وتشكّل القيعية (طية مقعّرة) نوعاً شائعاً أكثر من الوديان. ويظهر هذا النوع من الوديان بشكل خاص، حيثما تكوّن الجبال بالانضغاط والطي. ومثلما يحدث في غطاء المائدة المتغضّن، يكون بعض الطيات إلى الأعلى، وبعضها الآخر إلى الأسفل. تُعرف الطيات إلى الأعلى بالطيات المحدّبة وتشكّل قمم سلاسل الجبال، بينما تشكّل القعائر الوديان بين السلاسل.

يكون سطح الأرض بين الأنظمة الجبلية الكبيرة مستوياً نسبياً. وتُعرف هذه المناطق الواسعة بالسهول. وتشكّل منطقة السهول الكبرى في وسط أميركا الشمالية مثلاً على هذه التكوينات. منذ مئات ملايين السنين، كانت سلاسل الجبال تغطّي الكثير من مناطق السهول. لكنّ عملية تكوين الجبال توقفت منذ زمن بعيد. وحثّت عوامل التعرية

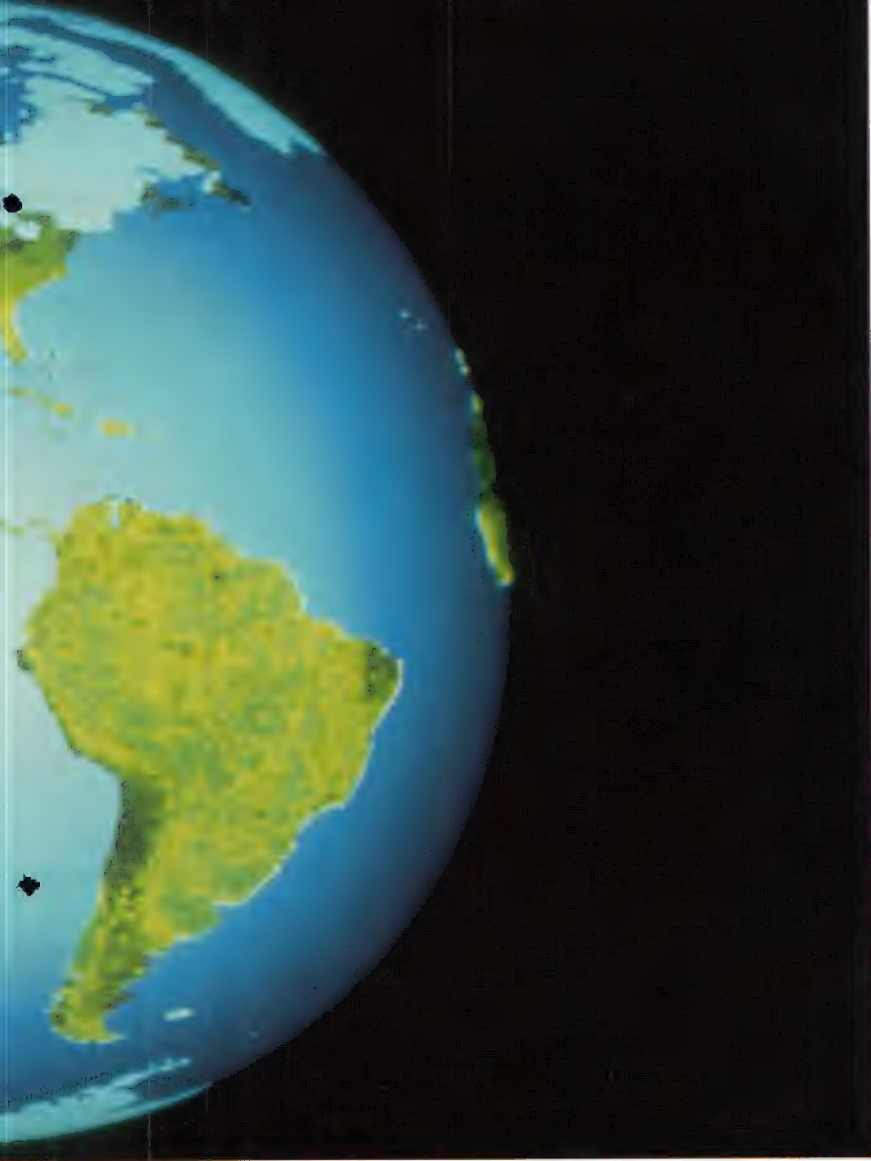
وسلاسل الجبال الوعرة، والتندرة المتجلّدة (خصوصاً في أقصى الشمال)، المساحة المتبقية من اليابسة.

يبحث الإنسان باستمرار عن وسائل لإنتاج المزيد من الطعام، لتلبية حاجات سكّان الأرض المتزايدين بآطراد. وقد أشار كثيرون إلى أن المحيطات يمكن أن توفر المزيد من الطعام، فهي تغطّي أكثر من ٧٠٪ من سطح الأرض، وتمتصّ حوالي ٧٠٪ من أشعة الشمس. وبما أن أشعة الشمس هي مُتطلّب أساسي للزراعة، يبدو من المنطقي أن تتمكن المحيطات من توفير كمية كبيرة من الطعام. ولكن ما يبدو معقولاً ليس دائماً كذلك.

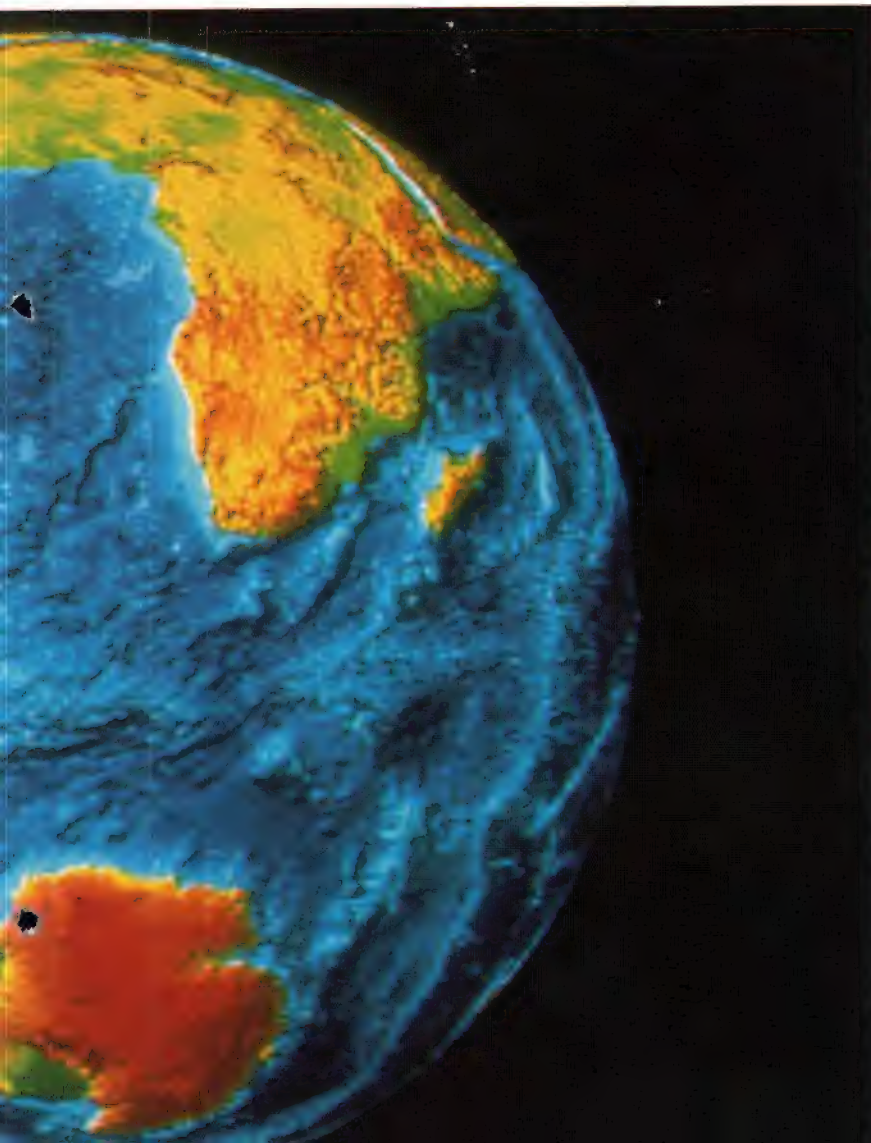
فإنّ جميع النباتات تقريباً التي تعيش في المحيطات وتمتصّ ضوء الشمس أثناء نموّها، هي من الطحالب. والطحالب لا تشكّل طعاماً لذيداً للإنسان، لكنّها جزء هامّ من الهرم الغذائي في المحيطات. وتشكّل الطحالب طعام المخلوقات البحرية الصغيرة، التي تشكّل بدورها طعام الكائنات الأكبر حجماً.

إن معظم مساحة اليابسة هو غير صالح للزراعة بسبب نقص الماء. وقد استُصلحت ملايين الكيلومترات المربعة من الأراضي، وحُوّلت إلى أراضٍ زراعية عن طريق بناء السدود على الأنهار، للحصول على المياه اللازمة للري. وقد قدّر بعض العلماء أن استعمال جميع أنهار العالم بشكل فعال قد يزيد مساحة الأرض الصالحة للزراعة بنسبة ١٠٪ تقريباً.

وتشكّل تحلية مياه البحر وسيلة أخرى لزيادة كمية المياه المتوفّرة لاستهلاك الإنسان. وقد عرف الإنسان كيفية تحلية مياه البحر منذ أكثر



الكرة الأرضية بالألوان الرقمية، صورة من الفضاء



الذي تطير عليه الطائرات التجارية النفاثة) خمس الضغط السائد عند مستوى سطح البحر. وتنخفض أيضاً درجة حرارة الجو مع ازدياد الارتفاع. فعلى ارتفاع ١١,٠٠٠ متر، يصل معدل درجات الحرارة إلى ٥٦ مئوية تحت الصفر. وتبقى درجة الحرارة ثابتة على ٥٦ مئوية تحت الصفر حتى ارتفاع ٢٥,٠٠٠ متر. وفوق هذا الارتفاع، تعود درجة الحرارة إلى الارتفاع.

يقسم العلماء الجو إلى عدة مناطق. تُعرف المنطقة الأقرب إلى الأرض (من السطح حتى ارتفاع ١٠ كم) بالستراتوسفير، وتعلوها منطقة تُعرف بالستراتوسفير، تبقى فيها درجة الحرارة ثابتة. وتمتد فوق هذه المنطقة طبقة تُعرف بالميزوسفير، ثم طبقة تبدأ على ارتفاع ٨٠ كيلومتراً تقريباً من سطح الأرض وتُعرف بالأيونوسفير.

وفي هذه المنطقة العليا يكون الكثير من مجزيات جو الأرض وذراته قد أصبحت مؤينة، أي إنها تحمل إما شحنة كهربائية إيجابية أو شحنة كهربائية سلبية. ويختلف تركيب طبقات الجو العليا عن تركيب الطبقة القريبة من سطح الأرض. ففي الستراتوسفير والميزوسفير، تحدث تفاعلات كيميائية بين الجزيئات المختلفة. ويتشكل الأوزون، وهو جزيء يحتوي على ثلاث ذرات من الأكسجين (ويحتوي جزيء الأكسجين الذي تنفثه الحيوانات على ذرتين فقط). وتشمل جزيئات أخرى تراكبات مختلفة من ذرات النتروجين والأكسجين. ويتألف الجو في الطبقات المرتفعة أكثر من النتروجين بشكل شبه كامل، وفي الطبقات الأعلى منها أيضاً من الأكسجين بشكل شبه كامل. وفي أطراف الغلاف الجوي، يغطي غازا الهيليوم والهيدروجين الخفيفان.

حقل الأرض المغنطيسي

يقول العلماء إنَّ هناك حداً آخر غير الغلاف الجوي يفصل محيط الأرض عن محيط الفضاء. ويُعرف هذا الحد بالمغنطوبوز. وهو الحد الفاصل بين المنطقة من الفضاء التي يسيطر عليها حقل الأرض المغنطيسي، والتي تُعرف بالمغنطوسفير، والفضاء بين الكواكب حيث تغطي الشمس على الحقل المغنطيسي.

تتميز الأرض بحقل مغنطيسي قوي، وهي أشبه ما تكون بقضيب مغنطيسي هائل. وتعمل البوصلة المغنطيسية المستعملة لتحديد الاتجاه على سطح الأرض، بسبب وجود هذا الحقل المغنطيسي. ويمتد هذا الحقل المغنطيسي إلى مسافة بعيدة جداً في الفضاء.

يسلّط حقل الأرض المغنطيسي قوة على أي جسم مشحون كهربائياً يمر عبره. ويبدو أن هناك «رياحاً» مطردة من الجسيمات المشحونة تنطلق من الشمس. تنحرف الرياح الشمسية قرب الأرض بسبب حقل الأرض المغنطيسي. وفي هذا التفاعل، يُضغط حقل الأرض المغنطيسي إلى الداخل في الجهة المقابلة للشمس، ويُجذب على شكل ذيل طويل في الجهة البعيدة عن الشمس.

في الغلاف المغنطيسي، يدور حشد من الجسيمات المشحونة في أحزمة غريضة هائلة حول الأرض. وتكون حركة هذه الجسيمات منتظمة لأنها خاضعة لسيطرة الحقل المغنطيسي الثابت نسبياً. وقد شكّل اكتشاف هذه الأحزمة الإشعاعية بواسطة أول قمر

من ٢٠٠٠ سنة. لكن العملية بطيئة إلى حد بعيد ومكلفة، حتى مع التجهيزات الحديثة. تنتج محطة التقطير التي توفر الماء للقاعدة البحرية الأميركية في جوانتانامو في كوبا، أكثر من مليوني غالون من الماء يومياً، ولكن بكلفة تصل إلى ١,٢٥ دولار لكل ألف غالون؛ أمّا في مدينة نيويورك، مثلاً، حيث الماء العذب متوفر، فلا تتجاوز الكلفة ٢٠ سنتاً تقريباً لكل ألف غالون.

بحث العلماء في إمكانية استعمال محطات تقطير تعمل بالطاقة النووية. ووجدوا أن محطة واحدة يمكن أن تنتج ١٥٠ مليون غالون من الماء يومياً بكلفة ٣٥ إلى ٤٠ سنتاً لكل ألف غالون. ويمكنها أن تولّد أيضاً ما يقارب مليوني كيلواط من الكهرباء.

الغلاف الجوي

تتألف بنية الأرض من القشرة والغلاف والنواة. وهناك تحديد آخر لمناطق الأرض، خصوصاً للمناطق القريبة من السطح، يسهّل فهم التفاعلات الهامة التي تحدث فيها. وفي هذا التحديد، تُعرف المناطق بالغلاف اليابس، والمحيط المائي (غلاف الأرض المائي)، والغلاف الجوي (الجو). وقد تناولت الفقرات السابقة القشرة الأرضية والمحيط المائي.

يشمل الغلاف اليابس Lithosphere جميع المواد الجامدة التي تتألف الأرض. ويتألف الغلاف اليابس من كافة الحجارة والأترية والصخور وكامل باطن الأرض.

ويشمل المحيط المائي Hydrosphere كافة المياه على سطح الأرض. ويتألف من جميع المياه السائلة على قشرة الأرض - المحيطات والبحار والمياه والبحيرات والمياه الجوفية - إضافة إلى المياه المجمدة في المتجلدات (أنهار الجليد) وعلى الجبال وفي صفحات الجليد في القطبين الشمالي والجنوبي.

ويشمل الغلاف الجوي جميع الغازات فوق سطح الأرض إلى بداية الفضاء بين الكواكب. ويمتد الجو إلى بضع مئات الكيلومترات فوق سطح الأرض، لكن حدوده غير واضحة تماماً. ففي الارتفاعات الكبيرة، يصبح الجو أقل فأقل كثافة، حتى يصبح من غير الممكن التمييز بين الحد الذي ينتهي عنده غاز الأرض، والحد الذي يبدأ عنده الغاز بين الكواكب.

يحتوي الجو على بخار الماء وعدد من الغازات الأخرى. وقرب سطح الأرض يتألف ٧٨٪ من الجو من غاز النتروجين (الأزوت). ويشكّل الأكسجين، الغاز الضروري لجميع الحيوانات بما فيها الإنسان، ٢١٪ من الجو. ويتكوّن الواحد بالمئة الباقي من عدة غازات مختلفة مثل الأرجون وثاني أكسيد الكربون والهيليوم والنيون. ويلعب ثاني أكسيد الكربون دوراً حيوياً بالنسبة للحياة النباتية، كما الأكسجين بالنسبة للحياة الحيوانية. لكن ثاني أكسيد الكربون لا يشكّل سوى ٠,٠٣٪ تقريباً من الجو.

يضغط الجو بثقله على سطح الأرض فيسلط قوة يصل معدلها إلى حوالي ١,٠٣ كيلوغرام في السنتيمتر المربع، عند مستوى سطح البحر. ويتغيّر الضغط بشكل طفيف من مكان إلى آخر، وتنتج عن ذلك مناطق الضغط المرتفع ومناطق الضغط المنخفض المرتبطة بأنماط الطقس. ينخفض الضغط كلما زاد الارتفاع، لأنّ الجو يصبح أقل كثافة، فيسلط قوة أقل. ولا يتجاوز الضغط الجوي على ارتفاع ١١,٠٠٠ متر (وهو الارتفاع النموذجي

تكون خفيفة الوزن ومسامية؛ ويتكون الحفّاف بهذه الطريقة بالتحديد. ويتكوّن السّيج، وهو زجاج طبيعي، من الحمم أيضاً.

الصخور المتحوّلة: تتشكّل الصخور المتحوّلة، عندما تتغير الحرارة والضغط تركيب وبنية الصخر الأصليين. وتكون الحرارة في عمق قشرة الأرض أعلى بكثير من الحرارة قرب سطح الأرض. ويتعرّض الصخر الحارّ في عمق القشرة، إلى الضغط من وزن القشرة التي تعلوه ومن الحركات الجانبية التي تحدث في القشرة. وفي بعض الحالات، تؤثر أيضاً السوائل والغازات في الصخر لتحويله.

تؤدّي هذه القوى إلى تحويل حجر الكلس، وهو صخر رسوبي، إلى رخام. وعند تعرّض الحبيبات المعدنية في الطفل الصفحيّ إلى الضغط، تترام في اتجاهات جديدة لتشكيل الأردواز، وهو صخر متحوّل. وعند استمرار الضغط يتحوّل الأردواز بدوره إلى فيليت Phyllite ثم إلى شست، وهو صخر مختلف جدّاً في مظهره وتركيبه وبنيته عن الطفل الصفحيّ الأصلي. ويثقل الكوارتزيت، أحد أقسى الصخور وأكثرها ترابصاً، الشكل المتحوّل من الحجر الرملي الحبيبيّ الطريّ نسبياً.

الصخور الرسوبية: تغطّي الصخور الرسوبية قسماً كبيراً من سطح الأرض، لكنها كثيراً ما تكون محجوبة تحت طبقة رقيقة من التربة. وتُقسم الصخور الرسوبية عملياً إلى مجموعتين كبيرتين: الصخور الرضخية والصخور البلورية. تتألّف الصخور الرضخية من جسيمات بأحجام مختلفة. وتتألّف الصخور البلورية من معادن ترسبت من محاليل.

تنقل الجداول والأنهار جسيمات الصخر المنحثة من المناطق المكشوفة، مثل الجبال، وتفرغها في البحر. وتستقرّ هذه الجسيمات ببطء على قاع البحر على شكل غرين (طيني) أو صلال. وترسّب الجسيمات الأكبر منها، مثل الرمال، قرب الشاطئ؛ وتستقرّ الحصى عند خطّ الشاطئ. ومع تراكم هذه المواد ببطء طوال فترات طويلة من الزمن، يُطرد الماء من بين الجسيمات. وقد يحدث أن تشدّ موادّ مُلصقة محمولة في الماء - مثل كربونات الكالسيوم والسيليكا وأكسيد الحديد - الجسيمات بعضها إلى بعض.

تُلتصق الحصى القريبة من الشاطئ لتشكيل كتلة مرصوفة. ومع الابتعاد قليلاً عن الشاطئ، يتشكّل الطفل الصفحيّ. وفي عرض البحر، يتكوّن حجر الكلس من كربونات الكالسيوم وأصداف الحيوانات البحرية الميتة.

ويمكن أن تتكوّن الصخور البلورية في بحار داخلية ضحلة مغلقة تماماً، أو متصلة بالبحر المفتوح عبر مضائق محدودة. وفي مثل هذه الحالات، قد يتبخّر البحر ببطء، مخلفاً وراءه مركّبات تتشكّل صخوراً رسوبية مثل الجبس (كبريتات الكالسيوم) والملح الصخريّ.

ويستطيع الجيولوجيون إعادة خلق الجغرافيا القديمة لمنطقة معينة ويبحثها الماضية عن طريق دراسة توزيع صخورها الرسوبية. وتوجد الأحافير مجملها تقريباً في الصخور الرسوبية. وتسجل هذه الأحافير تاريخ الحياة على الأرض. وتحتوي أيضاً الصخور الرسوبية على موارد معدنية مثل الفحم.

صناعي أميركي، «أكسپلورر»، أحد المتحزات الأولى لعصر الفضاء.

وترتحل الجسيمات المنحونة داخل الأحزمة الإشعاعية وفق نمط لولبيّ معقّد. وتتحرك جيئةً وذهاباً من الشمال إلى الجنوب، بينما تدور المجموعة كلها ببطء حول الأرض.

وعندما يكون حقل الشمس المغنطيسي قوياً جدّاً، ينضغط الغلاف المغنطيسي. وتُدفع أحزمة الجسيمات العالقة بحيث تقترب من الأرض. ولا يزال العلماء غير متأكّدين من سبب تشكّل الشفق القطبيّ الشماليّ والشفق القطبيّ الجنوبيّ. ويقول أحد التفسيرات المقدّمة إنّّه عندما تُدفع الجسيمات العالقة إلى الأسفل فتدخل في جوّ الأرض، تصطدم بالجسيمات الموجودة في الجوّ، ويجري تبادل كمية كبيرة من الطاقة. تتحوّل هذه الطاقة إلى ضوء يشكّل الشفق القطبيّ المشهديّ.

الصخور والمعادن

كثيراً ما يُشار إلى الأرض بعبارة الكرة الصخرية. وتتكوّن الصخور فوق سطح الأرض وتحتّه، في ظلّ مجموعة كبيرة من الشروط الفيزيائية والكيميائية.

تتألّف جميع الصخور من المعادن. وتكون المعادن في بعض الصخور عناصر كيميائية بسيطة مثل الذهب والنحاس. لكنّ المعادن الموجودة في معظم الصخور هي مركّبات من عدّة عناصر، لها تركيب كيميائيّ محدّد وبنية محدّدة. ويشكّل معظم المعادن أجساماً بلورية. ويتّصف كلّ بلور بشكل وبنية مميزين يحددهما نوع ذراته وترتيبها.

الصخور البركانية: هي الصخور الأولية في قشرة الأرض. وتتكوّن معظم الأنواع الأخرى من الصخور الموجودة على الأرض انطلاقاً من الصخور البركانية. والصخر البركانيّ هو صخر متشكّل من تصلّب المادة الصخرية المنصهرة. وتُعرف المادة الصخرية المنصهرة الموجودة تحت سطح الأرض بالصهارة؛ في حين أنّ الصهارة التي تُدفع إلى السطح خلال نشاط بركانيّ تُعرف بالحمم أو اللابة.

يمكن أن تبرد الصهارة تحت سطح الأرض ببطء. وعندما يحدث هذا، تزداد المعادن ببطء ويمكن أن تصل إلى حجم كبير نسبياً. وتؤدّي عملية الانتراد البطيئة إلى تكوين صخور خشنة الحبيبات مثل الجرانيت أو الصخر الجوفيّ القاعديّ. ويتوقّف نوع الصخر الناتج عن هذه العملية على المواد الكيميائية الموجودة في الصهارة. ويمكن تمييز كلّ نوع، وفقاً لتركيبه المعدنيّ الخاصّ.

تبرد الصهارة القريبة من السطح بسرعة أكبر، فلا تسمح بتكوين كتل كبيرة من المعادن. وتتكوّن بالتالي صخور ناعمة الحبيبات شبيهة من حيث التركيب بالصخور الخشنة الحبيبات. ويوازي الزئبوليت^(١) الناعم الحبيبات الجرانيت^(٢) الخشن الحبيبات، بينما يوازي التزلت^(٣) الناعم الحبيبات الصخر الجوفيّ القاعديّ.

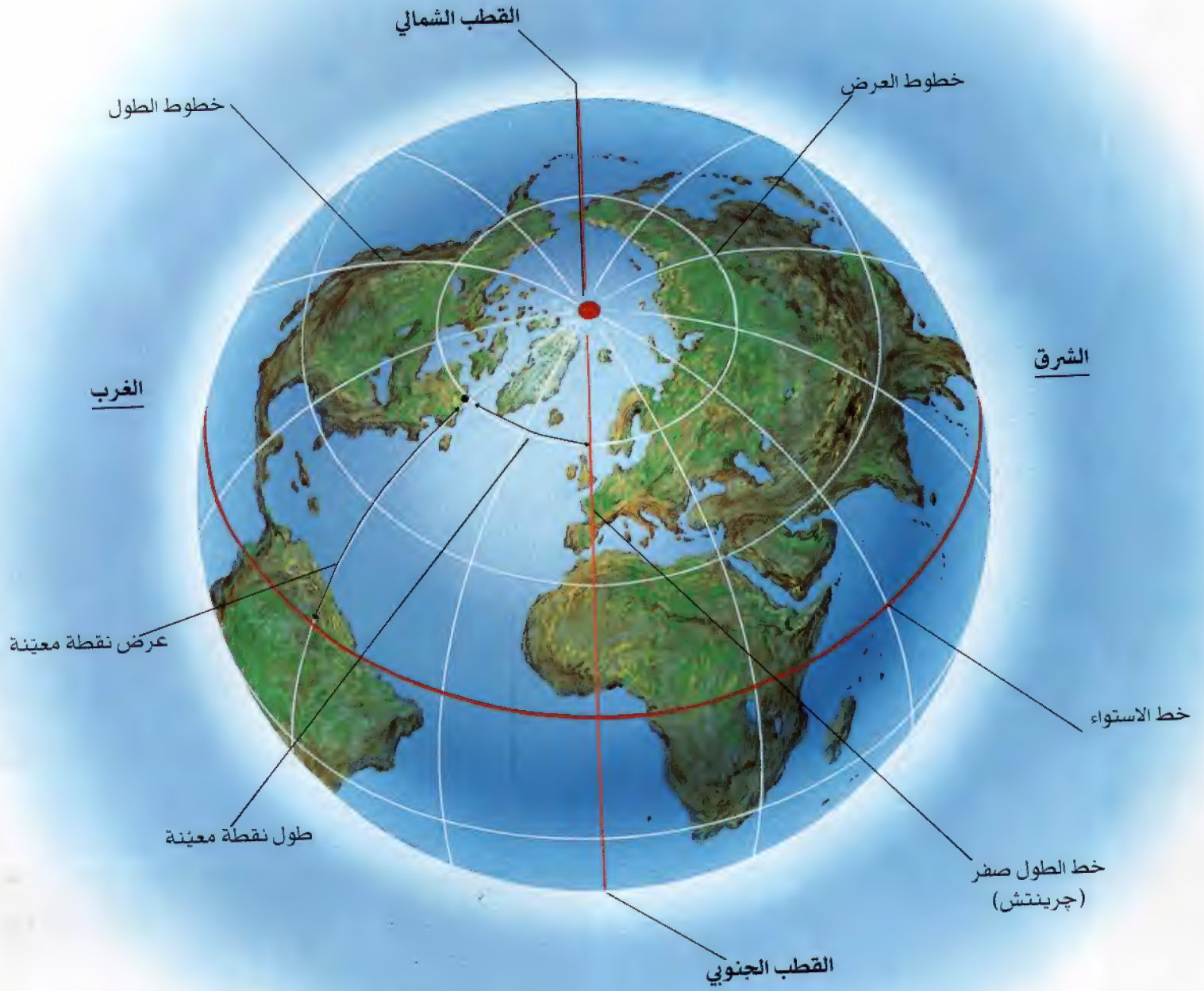
ويرد بعض الموادّ التي تقدّفها البراكين بسرعة كبيرة، حتّى أنّها تجمد قبل أن تصل إلى الأرض. تبرد سيول الحمم بسرعة كبيرة؛ وغالباً ما تُخنّز في داخلها فقاقيع من الغاز. وعندما تجمد هذه الحمم،

صورة طوبوغرافية للأرض والمياه المحيطة بها، أُخذت من إحدى المركبات الفضائية

(١) الزئبوليت: الشكل الخميّ من الجرانيت.

(٢) الجرانيت: صخر داخليّ المنشأ ظاهر التبلر، يتألّف أساساً من الكوارتز ومعادن أخرى.

(٣) التزلت: حجر فاسي داكن بركانيّ الأصل.



إلى اليسار، مرصد جرينتش الشهير: خط الطول الرئيسي هو خط طول صفر، نقطة البداية لقياس المسافة شرقاً وغرباً حول الكرة الأرضية. يمكن أن يستخدم أي خط طول كخط الطول الرئيسي. غالباً ما نشرت الدول خرائط وجداول بيانية كان خط الطول المعتمد فيها دائرة خط الطول المازة عبر عواصمها. في مؤتمر دولي في العام ١٨٨٤، اتفق على أن دائرة خط الطول المازة عبر جرينتش Greenwich، في إنجلترا، تصلح كخط الطول الرئيسي. لقد أصبح هذا المقياس دولياً.

المسافة التي تفصل الدرجة عن خط الإستواء. فكلماً كانت المسافة كبيرة. كلما كان طول الدرجة صغيراً، ويتناقص ليصبح صفراً عند القطبين.

من أجل دقة أكبر، يتم تقسيم درجات العرض والطول إلى ٦٠ دقيقة، وكل دقيقة إلى ٦٠ ثانية. كثيراً ما تعلم الخرائط بخطوط العرض والطول. وتسمى درجات خط العرض وخط الطول العائدة إلى نقطة ما إحداثيات هذه النقطة. إذا كنت تعرف الإحداثيات، يمكنك أن تستعمل الخريطة لتحديد موقع أي نقطة على سطح الأرض.

تعرف خطوط الطول، التي تلتقي عند القطبين، بخطوط الهاجرة Meridians. ويعرف الخط الذي يمر بجرينتش في إنجلترا، عالمياً، بخط الطول صفر أو خط الهاجرة الأصلية.

تقاس مسافة نقطة ما وفقاً لخطوط الطول، بالدرجات التي تفصل هذه النقطة عن خط الهاجرة الأصلية إلى الشرق وإلى الغرب. هذا يعني أن نصف الأرض يقاس بدرجات طول تصل إلى ١٨٠° شرقاً ونصفها الآخر بدرجات طول تصل إلى ١٨٠° غرباً. يتوقف طول درجة خط الطول على

نقطة الإنطلاق لقياس المواقع وفقاً لخطوط العرض. ويقع القطب الشمالي على خط العرض ٩٠° شمالاً والقطب الجنوبي على ٩٠° جنوباً. وتمثل المسافة التي تفصل أي نقطة بين القطبين عن الإستواء، ببضع درجات شمالاً أو جنوباً بين صفر° و ٩٠° وتغطي كل درجة حوالي ١١١ كم.

يشكل كل خط عرض دائرة وهمية حول الأرض. ولأن هذه الدوائر موازية لخط الإستواء تسمى الخطوط المتوازية. كلما ابتعدت الدوائر عن خط الإستواء كلما صغر حجمها، لتصبح عند القطبين مجرد نقطتين.

خطوط العرض وخطوط الطول

يحدد خط العرض المسافة شمال خط الإستواء أو جنوبه، ويحدد خط الطول المسافة شرق خط الهاجرة الأصلية أو غربه. وتقاس خطوط الطول وخطوط العرض على أساس الـ ٣٦٠° التي تؤلف الدائرة. تتقاطع خطوط العرض والطول الوهمية في ما بينها، مشكلة شبكة تغطي الأرض وتساعدنا على تحديد المواقع على سطحها. يشكل خط الإستواء خط العرض صفر° وهو

OLD ROYAL OBSERVATORY



THE SHEPHERD
24-HOUR GATE CLOCK

THE TIME-BALL

BRITISH YARD

ORDNANCE SURVEY
BENCH MARK

PUBLIC STANDARDS
OF LENGTH



المحور

المحور هو خط غير مرئي يدور حوله جسم ما. على سبيل المثال، إن كل كوكب في نظامنا الشمسي يدور حول محور خاص به. تتميز محاور عطارد والزهرة والمشتري بأنها متعامدة مع مستويات مداراتها. أما محاور الكواكب الأخرى فمائلة بدرجات مختلفة. يميل محور الأرض عن الخط المتعامد مع مستوى مدار الكوكب ٢٣ درجة ونصف درجة تقريباً. نظراً إلى أن الأرض تميل دائماً في الاتجاه نفسه أثناء دورانها حول الشمس، فإن أشعة الشمس العمودية تضرب أماكن مختلفة من حيث العرض الجغرافي في أوقات مختلفة من السنة. وتتحرك هذه الأشعة العمودية بين مدار السرطان ومدار الجدي. ونتيجة لهذه الظاهرة، تبدو الشمس كأنها تتبع نمطاً سنوياً في السماء، فتتحرك في اتجاه الشمال والجنوب.



لحركة عقارب الساعة في ٣٦٥ يوماً و٦ ساعات (السنة الشمسية). أثناء دوران الأرض حول الشمس، يبقى محور ميلها بالنسبة إلى مستوى المدار هو نفسه، أي ٦٦° و ٣٣°، الأمر الذي يؤدي إلى تتابع الفصول الأربعة.

المنطقة الإستوائية

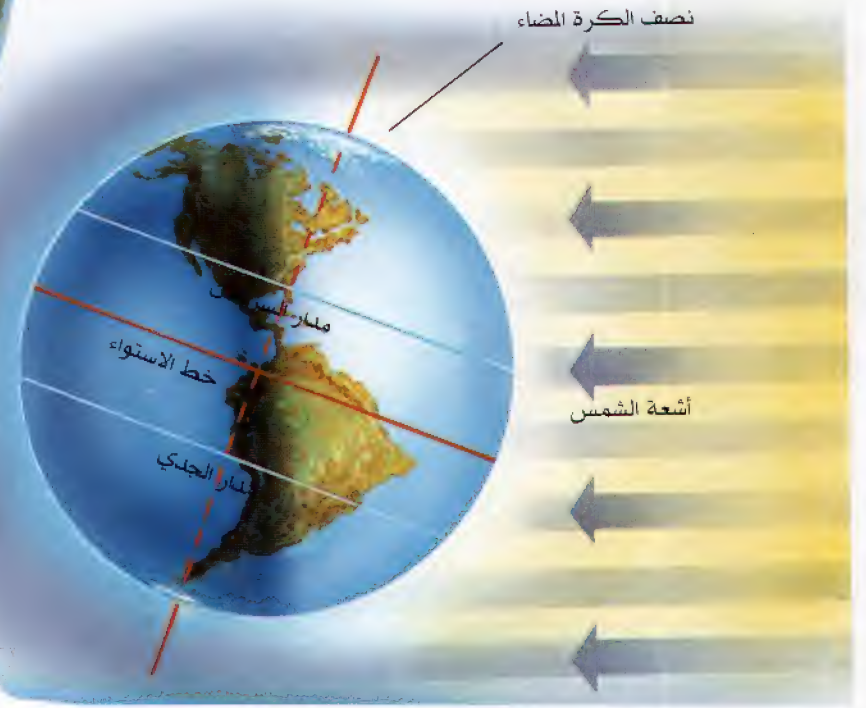
يعرف خط العرض الواقع على ٢٣ درجة ونصف درجة تقريباً شمال خط الإستواء بـ مدار السرطان. ويعرف خط العرض الواقع على ٢٣ درجة ونصف درجة جنوب خط الإستواء بـ مدار الجدي.

تستعمل عبارة «المنطقة الإستوائية» (وهي في الواقع المنطقة البيئمدارية)، في معظم الأحوال، للدلالة على المنطقة الواقعة بين خطي العرض المذكورين. تضم المنطقة الإستوائية ٣٦٪ من اليابسة، وتغطي أجزاء من أميركا الشمالية وأميركا الجنوبية وأفريقيا وآسيا وأستراليا. أما المناطق شبه الإستوائية فهي الواقعة بين ٣٢ درجة ونصف درجة و ٤٠ درجة تقريباً شمال خط الإستواء وجنوبه.

تتميز «المنطقة الإستوائية» عموماً بمناخ دافئ على مدار السنة. ويراوح المعدل الشهري لدرجات الحرارة بين ٢٥° و ٢٨° مئوية. وتأتي درجات الحرارة المرتفعة نتيجة موقع المنطقة الإستوائية على الأرض أثناء دورانها حول الشمس. فهذه المنطقة تتلقى أشعة الشمس المباشرة أكثر من أية منطقة أخرى على الأرض.

بخلاف درجات الحرارة، تختلف كمية المطر إلى حد بعيد من مكان إلى آخر في «المنطقة الإستوائية». فبعض الأماكن تشهد مناخاً إستوائياً رطباً، تنمو فيه غابات المطر التي تضم مجموعة كبيرة ومنوعة من النبات والحيوان. وتخضع أماكن أخرى في «المنطقة الإستوائية» لمناخ مداري رطب وجاف، يؤدي إلى بروز ثلاثة فصول رئيسية: فصل معتدل البرودة وجاف، فصل حار وجاف، وفصل حار ورطب. وتعتمد الحياة في هذه الأجزاء من «المنطقة الإستوائية» على أمطار الفصل الرطب.

يعيش نحو ثلث سكان العالم في «المنطقة الإستوائية»، وهي المنطقة الواقعة بين خطي العرض المعروفين بـ مدار السرطان ومدار الجدي.



يقع القطبان الشمالي والجنوبي عند طرفي محور دوران الأرض. تدور الأرض من الغرب إلى الشرق، وتقوم بدورة كاملة حول محورها في ٢٤ ساعة تقريباً. أثناء دوران الأرض حول الشمس، يبقى الكوكب مائلاً في الاتجاه نفسه. وتالياً، فإن أشعة الشمس العمودية تضرب خطوط عرض مختلفة على سطح الأرض مع دوران الكوكب حول الشمس. في الأيام التي يحدث خلالها اعتدال، تكون الأرض في نقطة تقاطع مستوى خط الإستواء ومستوى مدار الأرض، فتضرب أشعة الشمس العمودية خط الإستواء. أما في أيام الانقلاب، فتبلغ أشعة الشمس العمودية أقصى نقاط ممكنة شمالاً وجنوباً. عند الظهر في يوم انقلاب حزينان، تظهر الشمس فوق مدار السرطان مباشرة. وعند الظهر في يوم انقلاب كانون الأول، تظهر الشمس فوق مدار الجدي مباشرة.

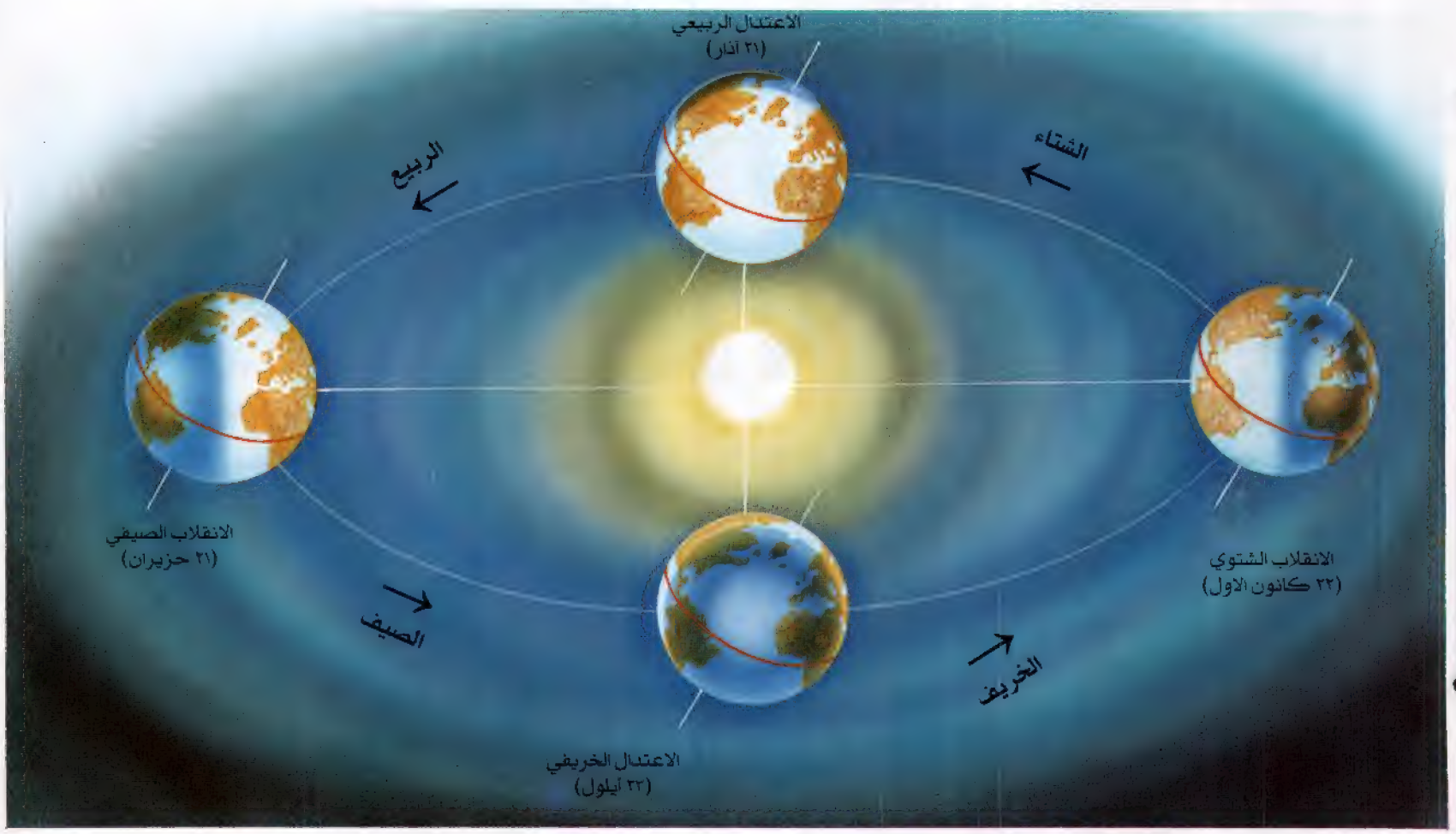
دوران الأرض حول نفسها

أثناء دوران الأرض حول الشمس، يدور كوكبنا أيضاً حول محوره. والمحور خط وهمي يمتد بين القطبين مروراً بـ مركز الأرض. تستغرق الدورة الكاملة حول المحور ٢٤ ساعة تقريباً.

يدور القمر والكواكب والنجوم حول محاورها، لكن بسرعات مختلفة. تساوي دورة واحدة حول المحور يوماً كوكبياً واحداً، وتساوي دورة كاملة حول الشمس سنة كوكبية واحدة.

حركة دوران الأرض حول الشمس

إضافة إلى دورانها حول محورها، تدور الأرض أيضاً حول الشمس (في اتجاه مخالف



الفصول الأربعة في نصف الكرة الشمالي

الإعتدال

الإعتدال هو أي من اليومين في السنة اللذين تكون فيهما الشمس فوق خط استواء الأرض مباشرة. وفي هذه الأوقات، يتساوى تقريباً الليل والنهار في جميع أنحاء الأرض.

ويحدث الإعتدالان في ٢٠ أو ٢١ آذار، وفي ٢٢ أو ٢٣ أيلول. وفي نصف الكرة الشمالي، يعلن اعتدال آخر بداية فصل الربيع، فيُعرف عادة بالإعتدال الربيعي. ويُعرف موقع الإعتدال الربيعي بأول نقطة من الحمل. ويشكل اعتدال أيلول بداية فصل الخريف، ويُعرف عادة بالإعتدال الخريفي. وتنعكس الفصول في نصف الكرة الجنوبي.

وتكون الفترة الزمنية الممتدة من اعتدال آذار إلى اعتدال أيلول، أطول من الفترة الممتدة من اعتدال أيلول إلى اعتدال آذار التالي. وينتج هذا الفارق الزمني عن مدار الأرض الإهليلجي (البيضوي الشكل) حول الشمس. فالأرض تسير بسرعة أكبر في مدارها عندما تكون أقرب إلى الشمس. وتكون المسافة بين الأرض والشمس الأقصر على الإطلاق، في شهر كانون الثاني. وبالتالي، فإن الأرض تنجز نصف الدائرة من اعتدال أيلول إلى اعتدال آذار، بسرعة أكبر مما تقطع نصف الدائرة المقابل.

ويستعمل الفلكيون كلمة اعتدال أيضاً لكل من النقطتين الوهميتين التي يقطع فيهما مسار الشمس الظاهري بين النجوم، خط الاستواء السماوي. وخط الاستواء السماوي هو خط وهمي في السماء يمتد فوق خط استواء الأرض مباشرة.

ولا يبقى موقعاً نقطتي الإعتدال على حالهما من سنة إلى أخرى. فإنهما

يزيحان غرباً ببطء شديد، حوالي درجة واحدة كل ٧٠ سنة. وتنتج حركة نقطتي الإعتدال التدريجية، المعروفة بمبادرة الإعتدالين، عن تغيير طفيف في اتجاه محور دوران الأرض. ويأتي التغيير في الاتجاه بشكل رئيسي، من قوة الجذب التي يمارسها القمر والشمس على المنطقة الإستوائية المتفخمة من الأرض.

الفصول

الفصول هي فترات من السنة تتميز عن بعضها بشروط مناخية خاصة. يتوالى الربيع والصيف والخريف والشتاء بشكل منتظم، ويتميز كل فصل بخصائصه وحرارته وأنماطه المناخية الخاصة التي تتكرر سنوياً. إن الفصول في نصف الكرة الشمالي معاكسة للفصول في نصف الكرة الجنوبي، ولا تشهد كل مناطق الأرض أربعة فصول متميزة.

تتغير الفصول لأن الأرض تدور حول الشمس وهي مائلة على محورها. وهكذا، فإن مستوى خط الاستواء يكون مائلاً بالنسبة إلى مستوى مدار الأرض. ونظراً إلى أن الأرض مائلة دائماً في الاتجاه نفسه، يتغير العرض الجغرافي الذي تظهر الشمس فوقه مباشرة عند الظهر مع دوران الأرض حول الشمس.

تبدو الشمس كأنها تتبع نمطاً سنوياً من الحركة في السماء في اتجاه الشمال والجنوب. لو أن المستوى الإستوائي والمستوى المداري كانا متطابقين لظهرت الشمس دائماً عند الظهر فوق خط الاستواء مباشرة ولما تبدلت الفصول. لكن، نظراً إلى أن المستويين يميلان الواحد بالنسبة إلى الآخر ٢٣° ونصف درجة تقريباً، فإن العرض الجغرافي الذي تظهر فوقه الشمس مباشرة عند



الربيع

الصيف

الخريف

الشتاء

درجات الحرارة اليومية قد تختلف إلى حد بعيد على مدار السنة، لكنها تبقى عموماً أكثر انخفاضاً مما هي في معظم المناطق الأخرى من العالم. وتختلف كمية الضوء إلى حد بعيد بين الصيف والشتاء. فكل قطب يميل في اتجاه الشمس أثناء الربيع والصيف. وتالياً، فإن كل قطب يشهد ستة أشهر تقريباً من النهار، نظراً إلى أن الشمس لا تغيب وراء الأفق. أما في الخريف والشتاء، فيميل كل قطب بعيداً عن الشمس وتمر ستة أشهر تقريباً من الظلام لأن الشمس لا ترتفع أبداً فوق الأفق. بعيداً عن القطبين، يتضاءل الاختلاف بين النهار والليل.

يختبر الناس الذين يسكنون المناطق المعتدلة من الأرض أربعة فصول متميزة. وتستجيب الكائنات الحية للتغيرات الموسمية في نور الشمس ودرجات الحرارة.

الظهر يتغير على مدار السنة بين ٢٣° ونصف درجة شمالاً، أي مدار السرطان، و٢٣° ونصف درجة جنوباً، أي مدار الجدي.

تبعاً لعصور من الأعراف والتقاليد، يقسم الفلكيون السنة إلى فصول وفقاً للإعتدالين الربيعي والخريفي والإنقلابين الصيفي والشتائي. يحدث الإعتدالان عندما تبلغ الأرض في مدارها النقطتين اللتين يتقاطع عندهما المستوى الإستوائي والمستوى المداري، ما يؤدي إلى ظهور الشمس فوق الإستواء مباشرة وقت الظهر. أثناء الإعتدالين، يكون النهار والليل متساويين تقريباً في كل أنحاء العالم. يحدث أحد الإعتدالين في حدود ٢١ آذار. وفي نصف الكرة الشمالي، يمثل هذا التاريخ الإعتدال الربيعي. أما في نصف الكرة الجنوبي فهو الإعتدال الخريفي. ويحدث الإعتدال الثاني في حدود ٢٣ أيلول وهو يمثل الإعتدال الخريفي في نصف الكرة الشمالي والإعتدال الربيعي في نصف الكرة الجنوبي.

يحدث الإنقلابان في النقطتين من مدار الأرض اللتين تبلغ عندهما أشعة الشمس العمودية أقصى عرض جغرافي ممكن شمالاً وجنوباً. إن الإنقلاب الذي يحدث تقريباً في ٢٢ حزيران هو الإنقلاب الصيفي في نصف الكرة الشمالي والإنقلاب الشتائي في نصف الكرة الجنوبي. تضرب أشعة الشمس العمودية مدار السرطان، ويشهد نصف الكرة الشمالي أطول فترة من ضوء النهار. حوالي ٢٢ كانون الأول، يحدث الإنقلاب الآخر، وتضرب أشعة الشمس العمودية مدار الجدي. إنه الإنقلاب الشتائي في نصف الكرة الشمالي والإنقلاب الصيفي في نصف الكرة الجنوبي.

تتغير الشروط المناخية التي تتميز فصلاً عن الآخر في أوقات مختلفة من مكان إلى آخر وهي غير مرتبطة بالأيام التي يحدث فيها الإنقلابان والإعتدالان. على سبيل المثال، إن أزهار الربيع تظهر وتختفي في ساقانا، من ولاية جورجيا الأميركية، قبل ذوبان الجليد في مينيابوليس، من ولاية مينيسوتا، بوقت طويل. وقد تسجل درجات الحرارة الأشد ارتفاعاً أو الأكثر انخفاضاً بعد الإنقلاب بأسابيع عدة. إن التغيرات المناخية الفصلية عادة جزئياً إلى ميل الأرض، الذي يؤدي إلى اختلاف مدة النهار وزاوية أشعة الشمس عند كل عرض جغرافي على مدار السنة. وتساهم أنماط الرياح والتضاريس وغيرها من العوامل في تحديد الشروط المناخية الفصلية.

تشهد المناطق المتوسطة البعد عن خط الإستواء أكبر قدر من التغيرات المناخية الفصلية. أما في المناطق القريبة من خط الإستواء، وخصوصاً في جوار الإستواء، فالتغيرات الفصلية ضئيلة جداً. إن زاوية أشعة الشمس في هذه المناطق هي أكثر استقامة، طوال أيام السنة، من زاوية أشعة الشمس في المناطق البعيدة عن خط الإستواء. وتساهم استقامة أشعة الشمس في تسجيل درجات حرارة يومية مرتفعة لا تتغير إلا قليلاً على مدار السنة. في المناطق المدارية، قد تختلف الفصول من حيث كمية المطر، وهو وضع مرتبط بموقع الأرض بالنسبة إلى الشمس. وتختلف كمية المطر إلى حد بعيد في بعض أجزاء المناطق المدارية الأبعد عن خط الإستواء، فلا نجد سوى فصلين مناخيين فقط: فصل جاف وفصل رطب.

حول المناطق القطبية، تبقى زاوية أشعة الشمس مائلة طوال السنة. لذا، فإن

التساقط

التساقط كلمة تشمل جميع الأشكال التي يتساقط الماء فيها إلى الأرض من الجو. أنواع التساقط الرئيسية هي المطر، الثلج، جمد المطر^(١)، والبرد. يمدّ التساقط بأسباب الحياة، ويلعب التوزيع والكمية اللذان تتلقاهما منطقة ما، دوراً رئيسياً في تحديد ما يمكنه أن يبقى حياً هناك. على الرغم من ذلك، يمكن أن يكون التساقط مؤذياً أيضاً؛ فبإمكان عاصفة مصحوبة بالبرد مثلاً، أن تدمر محاصيل تساوي الملايين من الدولارات خلال دقائق معدودة. ويمكن أن تؤدي كثرة المطر إلى إحداث فيضانات مدمرة، كتلك التي ضربت بنجلادش في العام ١٩٨٨.

يهطل الكثير من تساقط العالم على المحيط، ولا يتوزع ما يسقط على الأرض بشكل متساو. بالكاد يمكن قياس التساقط في صحراء اتاكاما في التشيلي، إحدى أجفّ الأماكن على الأرض؛ إن معدل هطول المطر السنوي في بلدة أريكا هناك هو ٠.٥ سنتيمترات. يتلقى جبل ويايالي في جزر هاواي، الذي يعتبر أكثر المناطق رطوبة على الأرض، حوالي ١٠.٢٠٠ سنتيم من المطر في السنة.

عندما يرتفع الهواء، يهطل التساقط

يهطل التساقط من الغيوم. تتشكل الغيوم والهطولات عندما يرتفع الهواء الدافئ الرطب إلى أماكن أبعد من الجو. مع برود الهواء، تنقص قدرته على حفظ بخار الماء إلى الدرجة التي يصبح فيها مشبعاً. تتسبب زيادة البرد في تحويل البخار إلى ماء أو جليد. لارتفاع الهواء، ثلاثة أسباب رئيسية: تحركات جيئات الطقس، سريان الحرارة^(٢)، والرفع التضاريسي. عندما تصطدم جبهة هوائية باردة بأخرى دافئة، يُدفع الهواء الدافئ فوق الهواء البارد الأثقل. إن الغيوم هي التي تتشكل وتجلب التساقط الذي يمكن أن يدوم ليوم أو أكثر. بالمقارنة، فإن سريان الحرارة غالباً ما يحدث تساقطاً جزئياً ولكنه قوي وحتى شديد، كالأمطار الغزيرة والعواصف الرعدية؛ ويحدث سريان الحرارة هذا في الأيام المشمسة. تُدفع الشمس الأرض، التي بدورها تُدفع الهواء فوق. يصبح جزء من الهواء أخفّ عندما يسخن، وبذلك يرتفع بشكل أعلى إلى الفضاء؛ خلال ارتفاعه، يتوسّع ويبرد. إذا ارتفع الهواء وبرد بما فيه الكفاية، يصل حينها إلى نقطة التشبع.

يحصل الرفع التضاريسي عندما تواجه كتلة هواء متحركة عائقاً جغرافياً، كالجبل مثلاً. مع اندفاع كتلة الهواء صعوداً إلى الجبل، مكتسبة ارتفاعاً في طريقها، فإنها تبرد إلى نقطة التشبع. تتشكل حينها الغيوم، ويبدأ التساقط مع استمرار الهواء في الارتفاع. يتلقى الجانب الذي تهبّ منه الرياح لغالبية الجبال، هطولات أكثر من الجانب الذي تهبّ نحوه الرياح نتيجة للرفع التضاريسي. عندما تتحرك كتلة الهواء نزولاً إلى الجانب الآخر من الجبل، تدفأ ثانية، منقصة بذلك إمكانية هطول المطر. هكذا، فإن جانب الجبل الذي تهبّ نحوه الرياح، ذلك

(١) جمد المطر: خليط من المطر والبرد.

(٢) سريان الحرارة: انتقال الحرارة بدوران الذرات الغازية الساخنة.

(٣) ظل المطر: منطقة المنحدرات، وهي قليلة المطر جداً بالنسبة للمنحدرات المواجهة للرياح السائدة.



مباشرة إلى بلورات جليد على النواة المتجمدة من دون أن يصبح سائلاً أولاً.

في المرحلة الثانية، تستمر القطرات أو البلورات بالنمو خلال التكاثف أو التسامي. لا يمكن لقطرات الماء ولبلورات الجليد أن تتواجد سنوية بسهولة في الغيمة نفسها، لأن بخار الماء ينجذب أكثر إلى بلورات الجليد. ينتج عن ذلك نمو بلورات الجليد على حساب قطرات الماء. عند هذه النقطة، يحدث التكاثف أو التسامي بسرعة. وسرعان ما تنتج هذه العملية بلورات كبيرة بما فيه الكفاية لالتقاء قطرات الماء الأصغر التي تصادم وإياها. يدعى هذا النمو السريع الانحام. إذا كبرت هذه البلورات بما فيه الكفاية، فإنها سرعان ما تبدأ بالهطول إلى الأرض. عندما تكون درجة حرارة الهواء بين الغيمة والأرض تحت درجة التجمّد، يسقط الثلج. أمّا إذا كانت درجة حرارة الهواء فوق التجمّد، تذوب البلورات كلياً وتبدأ بالمطر. إذا ذابت البلورات عند سقوطها عبر طبقة من الهواء الدافئ، ومن ثمّ تتجمّد في طبقة من الهواء البارد قرب الأرض، يتشكل جمد المطر.

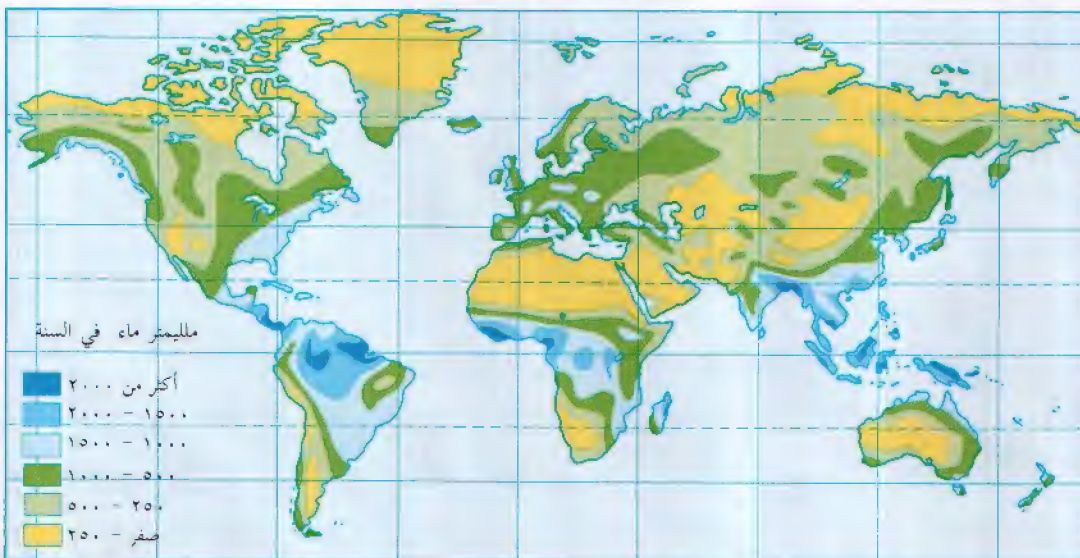
الجانب البعيد عن الرياح المسيطرة، غالباً ما يكون جافاً. تدعى هذه المساحة الجافة ظل المطر^(٣).

يشكل الهواء المبرد إلى نقطة التشبع غيوماً عادة؛ ولكن، كما نعرف، فإنها لا تمطر دائماً أو تتلج عندما تكون السماء غائمة. تتألف الغيوم من قطرات ماء بالغة الصغر، أو من بلورات جليد صغيرة جداً، ما يمنعها أن تسقط عبر الهواء المرتفع الذي شكل الغيوم. ولكن وفق ظروف ملائمة، بإمكان هذه القطرات أو البلورات أن تكبر وتسقط إلى الأرض.

في درجات الحرارة المتجمدة، تتشكل بلورات الجليد على ذرات طينية بالغة الصغر التي تعمل كنواة تجميد. باستثناء المناطق الاستوائية، حيث الجو شديد الحرارة، ما يمنع تشكل الجليد، فإن غالبية التساقط يبدأ كبلورات جليد.

يمرّ التساقط في مراحل متعددة. تدعى المرحلة الأولى التنبؤ؛ في هذه المرحلة، يتجمع بخار الماء على نواة التكاثف ويشكل قطرات ماء. قد تبدأ هذه العملية أيضاً مع التسامي، عندما يتحوّل بخار الماء

كميّة الأمطار السنوية



البرق

البرق هو شرارة كهربائية عملاقة تحدث في السماء. ويحدث معظم البرق الذي يراه الناس بين الغيوم والأرض. لكن البرق يحدث أيضاً داخل الغيمة نفسها، وبين الغيمة والهواء، وبين غيمتين. وعندما يحدث البرق في الجو، تنتشر طاقته الكهربائية في الهواء. ويمكن لهذه الطاقة أن تُلحق أضراراً بالطائرات التي تمر فيها، لكنها لا تتسبب بأي أذى على الأرض. إلا أن البرق الذي يضرب الأرض (الصاعقة) يمكن أن يتسبب بزهق الأرواح أو بإشعال الحرائق.

ويتكوّن البرق الذي يضرب الأرض من تفريغ كهربائي (أو أكثر) يُعرف بالصاعقة. ويُعرف الضوء القوي الذي نراه في وميض البرق بتفريغ العودة. ويتحرك تفريغ العودة بسرعة تضاهي تقريباً سرعة الضوء، التي تبلغ ٢٩٩,٧٩٢ كيلومتراً في الثانية. ويعطي تفريغ العودة حوالي ١٠٠ مليون فولت من الكهرباء، ويسخن الهواء الموجود في خط سيره إلى أكثر من ٣٣,٠٠٠ درجة مئوية. ويتمدد الهواء المسخن بفعل تفريغات العودة بسرعة كبيرة، فيخلق موجة من الضغط تُعرف بالرعد.

تختلف ومضات البرق من حيث الطول: لا يتجاوز طول وميض البرق الحاصل بين الغيمة والأرض أكثر من ١٤ كيلومتراً تقريباً، لكن طول وميض البرق الذي ينتقل

عبر الغيوم، جنباً إلى جنب، يمكن أن يتجاوز ١٤٠ كيلومتراً.

ظلّ البرق على مدى قرون أحد أكبر أسرار الطبيعة، ولا يزال حتى اليوم غير مفهوم بشكل كامل. واعتقد الإغريق والرومان القدامى أن البرق أو الصاعقة هي سلاح الآلهة. وفي بعض المجتمعات الأفريقية، كان الأشخاص الذين ضربتهم الصاعقة يُعتبرون ملعونين، كذلك الأماكن. وحتى القرن الثامن عشر، اعتقد بعض الناس في أوروبا وأميركا أنه بالإمكان إبعاد الصواعق عن طريق قرع أجراس الكنائس.

بدأت دراسة البرق والصواعق، بشكل جدّي، في القرن الثامن عشر. وفي العام ١٧٥٢، بين بنجامين فرانكلين أن البرق مكوّن من الكهرباء. ربط فرانكلين مفتاحاً معدنياً بذنب طائرة ورقية وطير الطائرة في عاصفة رعدية. رفعت كهرباء الغيوم فولتية حبل الطائرة الورقية. وولدت الفولتية المرتفعة شرارة قفزت من المفتاح إلى الأشياء على الأرض، ما أثبت أن الغيمة كانت مكهربة. تتّصف تجربة فرانكلين بالخطورة الشديدة، وقد توفي بعض الأشخاص الذين طيروا طائرات ورقية في العواصف بفعل الصدمة الكهربائية الناتجة عن البرق.

كيف يحدث البرق؟

إنّ كلّ ما يحيط بنا مؤلّف من الذرّات. ومع أنّ الذرّات تكون، عادة، متعادلة كهربائياً، فقد تصبح

إيجابية أو سلبية إذا ما خسرت أو كسبت عدداً من الإلكترونات.

وتجذب الشحنات الإيجابية والسلبية بعضها البعض. وعندما ترتحل عبر الهواء باتجاه بعضها البعض، تتّبار كهربائياً يولّد شرارة. والبرق هو الشرارة التي تنتج عن الحركة السريعة للجسيمات المشحونة كهربائياً داخل سحب ركاميّ مزيّ (سحاب رعديّ)، أو بين هذا السحاب والأرض أو الهواء أو سحاب آخر.

الغيوم المشحونة كهربائياً

أصبح العلماء اليوم يعلمون تماماً كيف تصبح السحب الركامية المزيّة مشحونة كهربائياً. ويعتقد معظمهم أن الشحنة تنتج عن اصطدام قطرات الماء وبُورات الثلج الخفيفة الصاعدة في الغيمة بالبرّد وغيره من الجسيمات الثقيلة الساقطة. وعندما تصادم هذه الأجزاء من السحاب في ما بينها، تكتسب الجسيمات الثقيلة شحنة سلبية وتتخذ الجسيمات الخفيفة شحنة إيجابية. تنزل الجسيمات المشحونة سلبياً إلى قعر الغيمة ويصعد معظم الجسيمات المشحونة إيجابياً إلى أعلى الغيمة. ويحدث البرق عندما ترتحل الشحنات الإيجابية والسلبية المنفصلة باتجاه بعضها البعض (أو باتجاه شحنات مضادة لها على الأرض)، ما يولّد شرارة كهربائية.

ويحدث أكثر أنواع البرق شيوعاً، وهو البرق داخل

الخيال في صحراء أريزونا، صورة أخذت عندما ضربت الصاعقة الأرض



الغيمة، عندما تشكل الشحنات داخل الغيمة شرارة كهربائية.

وتولد الشحنات التي ترتحل بين الغيمة والهواء برقاً من الغيمة إلى الهواء، وتولد الشحنات بين الغيمة والأرض برقاً، إما من الغيمة إلى الأرض، أو من الأرض إلى البرق، وفقاً للإتجاه الذي ارتحلت فيه الشحنات في البداية. ومعظم البرق الذي يراه الناس هو برق من الغيمة إلى الأرض.

التفريغ

يبدأ أول تفريغ كهربائي للبرق من الغيمة إلى الأرض بفعل سلسلة موجهة ومتدرجة تنقل عادة الشحنات السلبية من الغيمة إلى الأرض. ولا أحد يعلم تماماً كيف تبدأ السلسلة الموجهة والمتدرجة. لكن الكثير من العلماء يعتقد أنها تطلق بفعل شرارة بين المناطق المشحونة إيجابياً والمناطق المشحونة سلبياً، قرب قاعدة الغيمة الرعدية.

تتحرك السلسلة الموجهة والمتدرجة باتجاه الأسفل في سلسلة من الدرجات، يبلغ طول كل واحدة منها حوالي ٤٦ متراً، وتدمج حوالى جزء من المليون من الثانية. وتتوقف بين الدرجات حوالى ٥٠ جزءاً من المليون من الثانية. ومع اقتراب السلسلة الموجهة والمتدرجة من الأرض، تنطلق الشحنات الإيجابية الموجهة من الأشياء على الأرض مثل الأشجار والأبنية، وتصدع لمقابلة الشحنات السلبية. وتكون عادة الشحنة الموجهة الصاعدة من أعلى جسم في المنطقة، أول ما يصل إلى السلسلة الموجهة والمتدرجة ويكمل الطريق بين الغيمة والأرض. وتكون الشحنة السلبية الأقرب إلى الأرض أول ما ينزل باتجاه الأرض، تليها الشحنات السلبية من الارتفاعات الأعلى ثم الأعلى. وهذه الحركة الصاعدة للتيار هي ما يُعرف بتفريغ العودة. ويولد تفريغ العودة الضوء الذي يراه الناس في وميض البرق، لكن التيار يجري بسرعة كبيرة جداً بحيث أنه لا يمكن رؤية حركته باتجاه الأعلى.

قد ينتهي وميض البرق بعد تفريغ عودة واحد، ولكن في معظم الحالات تحمل قفزات موجهة، شبيهة بالسلامل الموجهة والمتدرجة، المزيد من الشحنات السلبية من الغيمة إلى المسار الرئيسي للتفريغ السابق. ويتبع كل قفزة موجهة تفريغ عودة واحد. وتحدث عملية السلسلة أو القفزة الموجهة ثم تفريغ العودة ٣ أو ٤ مرات في وميض واحد، لكنها يمكن أن تحدث أكثر من ٢٠ مرة. ويتمكن الناس أحياناً من رؤية التفريغات البرقية الفردية، فيبدو البرق وكأنه يخفق (يضيء بصورة متقطعة).

أشكال البرق

يحدث البرق في الكثير من الأشكال المتنوعة. وغالباً ما يختلف أيضاً وميض البرق الواحد في المظهر، وفقاً لموقع المراقب.

وتشمل الأشكال الرئيسية للبرق البرق المتفرع والبرق

الخطي والبرق الشريطي والبرق السلسلي. في البرق المتفرع، يمكن رؤية فروع كثيرة في التفريغ البرقي. في البرق الخطي، يبدو الوميض وكأنه يضيء خطأ واحداً متعرجاً، ويبدو البرق الشريطي كخطوط متوازية من الضوء؛ ويتشكل هذا النوع من البرق عندما تفصل الرياح بين تفريغات البرق. والبرق السلسلي، أو السحبي، هو وميض يتقطع إلى خط منقطع في سياق تلاشي.

ولا يُعتبر بعض الومضات الكهربائية في السماء - مثل البرق الحراري والبرق الصفحي - أشكالاً منفصلة من البرق، مع أنها تبدو مختلفة في بعض الأوجه. يظهر البرق الحراري عادة في ليالي الصيف، ويبدو وكأنه يحدث دون رعد. والحقيقة هي أن هذا البرق يحدث في مكان بعيد جداً عن المراقب، الذي لا يتمكن بالتالي من سماع الرعد المرافق له. وما يختبره المراقب الموجود تحت ما يبدو من البعيد وكأنه برق حراري، هو في الواقع عاصفة رعدية عادية. ويظهر البرق الصفحي كإضاءة قسم من السماء، لكنه في الحقيقة برق تكون ومضاته المستقلة إما بعيدة جداً ليراها المراقب أو محجوبة عن النظر وراء الغيوم.

ويختلف البرق الكروي اختلافاً كبيراً عن البرق العادي، فهو يبدو ككرة نارية متوهجة تطفو في السماء لعدة ثوان قبل أن تختفي.

وقد أفيد عن مشاهدة هذا النوع من البرق أثناء العواصف الرعدية، وعادة بعد حدوث برق عادي. ويصف المراقبون هذا الشكل من الرعد ككرة حمراء أو صفراء أو برتقالية اللون قد يساوي حجمها حجم حبة الكريب فروت. وقد أفيد عن رؤية هذه الكرات تطفو عند مستوى الأرض وداخل البيوت والحظائر والطائرات. ولا أحد يعلم كيف أو لماذا يحدث البرق الكروي، أو مما يتكون.

وقد يشبه الضوء المتوهج البرق الكروي، وينتج عن تفريغات كهربائية من جسم مستدق الرأس أثناء حدوث عاصفة رعدية. ويظهر هذا الضوء أحياناً حول الطائرات والأبراج وصواري السفن الشراعية وقمم الأشجار.

الحماية من الصواعق

تضرب الصواعق (البرق) الأرض حوالى ١٠٠ مرة في الثانية الواحدة. وفي الولايات المتحدة، يلاقي حوالى ١٠٠ شخص حتفهم سنوياً بسبب الصواعق. ويمكننا تجنب الإصابة بالصواعق بتابع بعض تدابير الأمان أثناء حدوث العواصف الرعدية:

يجب الإحتماء في منزل أو في مبنى كبير. ومن الآمن البقاء في سيارة أو شاحنة مغلقة. ويجب الإمتناع عن لمس أي جسم معدني داخل المركبة.

يجب الابتعاد عن المركبات المعدنية المفتوحة مثل الدراجات وعربات الجولف والآلات الزراعية والدراجات النارية.

ويجب عدم استعمال الهاتف إلا في الحالات الطارئة.

وإذا حدثت الصاعقة وكان الشخص في العراء، يجب أن يجلس أو يقرص على الأرض.

ويجب الإمتناع عن الوقوف تحت أو قرب شجرة عالية منفردة، أو أي جسم آخر منفرد في منطقة مفتوحة. وإذا كان المرء في غابة، يجب أن يحتمي تحت جنبيات منخفضة أو مجموعة من الأشجار متساوية العلو.

ويجب الإمتناع عن الإرتفاع فوق التضاريس بالوقوف على قمة تلة أو على الشاطئ أو في حقل مفتوح.

ويجب البقاء خارج الماء وبعيداً عنه.

ويجب معالجة الشخص الذي ضربته الصاعقة بالإنعاش القلبي الرئوي، وهي طريقة اصطناعية للتنفس ودفع الدم في الجهاز الدوراني.

تساعد العواصف المعدنية التي تُعرف بمناغات الصواعق على حماية المباني من الصواعق. تُثبت مناغات الصواعق على سطوح الأبنية ويجب أن تكون مؤرّضة^(١) بشكل جيد. وهي تجذب الصاعقة وتوجه الكهرباء عبر سلك أو «كابل» بأمان إلى الأرض.

الرعد

إعتقدت شعوب ما قبل التاريخ أن الرعد هو صوت الآلهة التي ترمجر غضباً عندما تكون مستاءة من البشر على الأرض. ويعلم العلماء اليوم أن الرعد ناتج عن التمدد السريع والمفاجئ للهواء الذي سخّنه البرق.

يسخن الهواء على الفور عندما تمرّ عبره شحنة كهربائية برقية. وتؤدي الحرارة إلى تمدد جزئيات الهواء، أو تطايرها، في جميع الاتجاهات. ومع بحث الجزئيات عن المزيد من المكان، تتصادم بعنف مع طبقات الهواء البارد وتخلق موجة هوائية كبيرة، لها صوت الرعد.

للرعد عدة أصوات مختلفة. وينتج هدير الرعد المدمدم أو المقعقع عن الموجة الهوائية في جذع البرق التي تكون الأبعد عن المراقب. وتحدث الفرقعة أو الطقطقة الحادة عندما ينفصل جذع البرق الرئيسي إلى عدة فروع، وينتج هزيم الرعد القوي عن جذع البرق الأقرب إلى المراقب. يصل إلينا صوت الرعد بعد أن يبلغنا ضوء البرق، وذلك لأن سرعة الضوء تساوي ٢٩٩,٧٩٢ كيلومتراً في الثانية، بينما لا تتعدى سرعة الصوت ٣٤٠ متراً في الثانية. ويعطي عدد الثواني التي تفصل بين رؤية البرق وسماع الرعد بعد قسمته على خمسة، المسافة التي تفصل بين البرق والمراقب بالأميال.

(١) مؤرّضة: موصولة بالأرض مكونة عازلاً كهربائياً.

الرياح

الرياح تحرك الهواء الذي يسببه تسخين الأرض غير المتساوي، بواسطة أشعة الشمس. ليست للرياح خاصية مادية بحتة - لا يمكن رؤيتها أو الإمساك بها - ولكن يمكن أن نشعر بقوتها. فهي تجفف ملابسنا في الصيف، وتخرق أجسادنا حتى العظم، في فصل الشتاء. وقد تكون قوتها كافية لدفع المراكب المبحرة عبر المحيط، واقتلاع أشجار ضخمة من الأرض. وتعتبر الرياح، الموازن الأكبر للحو، فهي تحمل الحرارة والرطوبة ومواد التلوث والغبار، مسافات شاسعة حول الكوكب.

نماذج الرياح في الكرة الأرضية

هناك ثلاثة نماذج للرياح، واسعة النطاق، في كل من نصفَي الكرة الأرضية. وتعمل الشمس على تسخين منطقة الاستواء، أكثر من بقية المناطق على الكرة الأرضية، فيرتفع الهواء الاستوائي الساخن عالياً في الجو، ويهاجر باتجاه القطبين. في الوقت نفسه، يتحرك الهواء الأبرد والأكثر كثافة، عبر سطح الأرض، باتجاه الاستواء للحلول محل الهواء المستن. إن عملية تبادل الامتدة بين الهواء الساخن والهواء البارد، هي القوة المحركة الأساسية للرياح.

وعلى خط العرض ٣٠ درجة تقريباً، يبرد معظم الهواء الاستوائي وينخفض، ثم يتجه بعض منه نحو خط الاستواء، ويتحرك البعض الآخر باتجاه القطبين. وعلى خط العرض ٦٠ درجة تقريباً، يصطدم الهواء القطبي المتوجّه نحو خط الاستواء بهواء خطوط العرض المتوسطة، فيضطر هذا الأخير إلى الارتفاع.

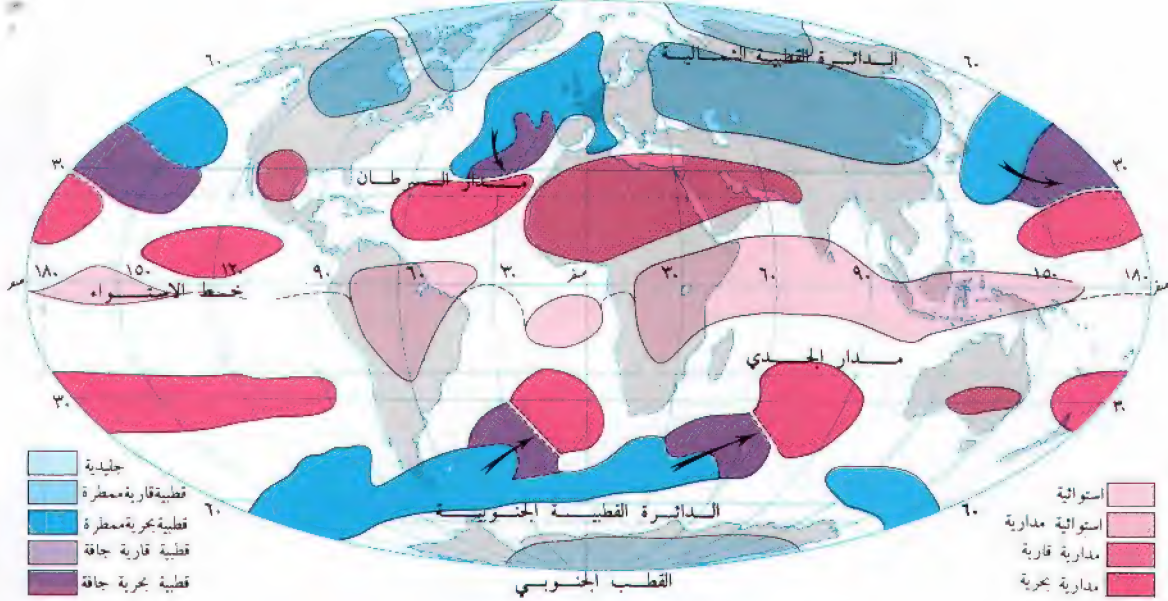
وتهبّ الرياح بشكل عام، من الشرق والغرب، أكثر مما تهبّ من الشمال والجنوب. ويحدث ذلك بسبب دوران الأرض الذي يولّد ما يسمى بتأثير كوريوليس Coriolis effect، إنه يجعل الرياح تلتفّ نحو اليمين في النصف الشمالي للكرة الأرضية، ونحو الشمال في النصف الجنوبي منها. فمثلاً يتحول الهواء المتحرك جنوباً عند المناطق الاستوائية في النصف الشمالي للكرة الأرضية، باتجاه الغرب، فيولّد الرياح التجارية^(١) التي تدفع السفن المبحرة نحو أميركا الشمالية. ويُدعى المكان الذي تلتقي فيه الرياح التجارية الآتية من نصفَي الكرة الأرضية، بمنطقة التقارب الاستوائية (Inter-tropical convergence zone, the ITCZ). ولأنّ الرياح ضعيفة في تلك المنطقة، فإنّ البحارة يُطلقون عليها اسم منطقة الركود. وعندما تتعدّد (م.ت.ل) عن خط الاستواء - وهذا ما يحدث موسميّاً - تتغيّر نماذج الرياح التجارية، وتساعد في خلق ظاهرة طبيعية تُعرف بالرياح الموسميّة.

إنّ الاختلاف في الضغط الجوي يولّد الرياح. وتساعد سرعة الرياح واتجاهها في تحديد الطقس والمناخ. وعلى خطوط العرض المتوسطة، يساعد الضغط المرتفع والضغط المنخفض في تحديد سرعة الرياح واتجاهها. وتسعى الرياح إلى الهبوب مباشرة

(١) الرياح التجارية: رياح موسميّة تهبّ نحو خط الاستواء.

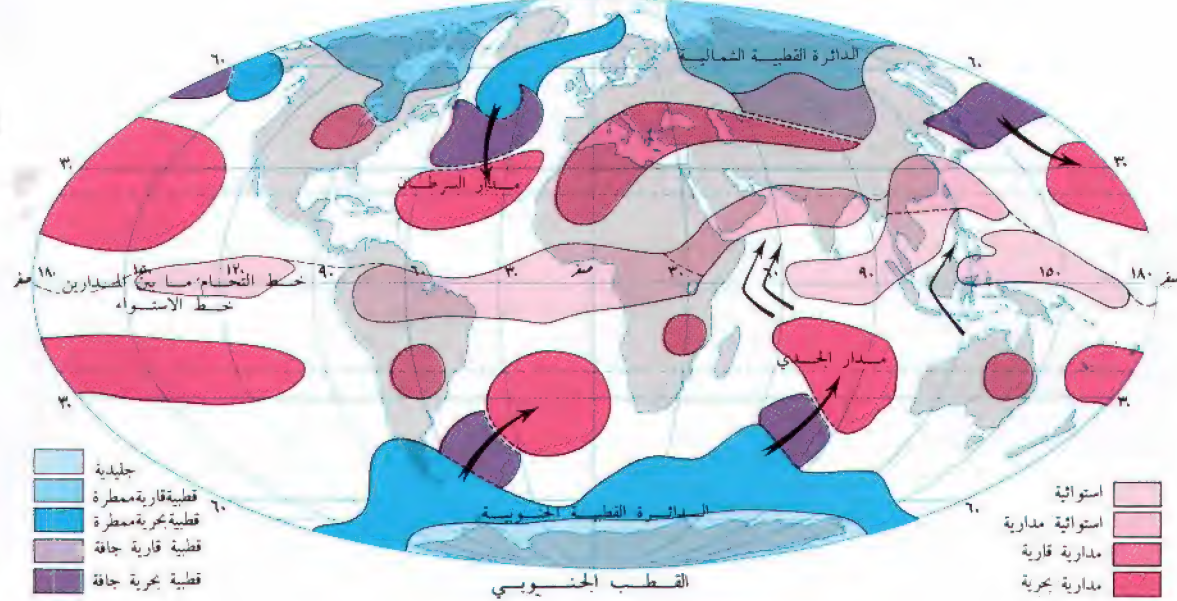
كثّل الهواء (في شهر كانون الثاني-يناير)

القطب الشمالي

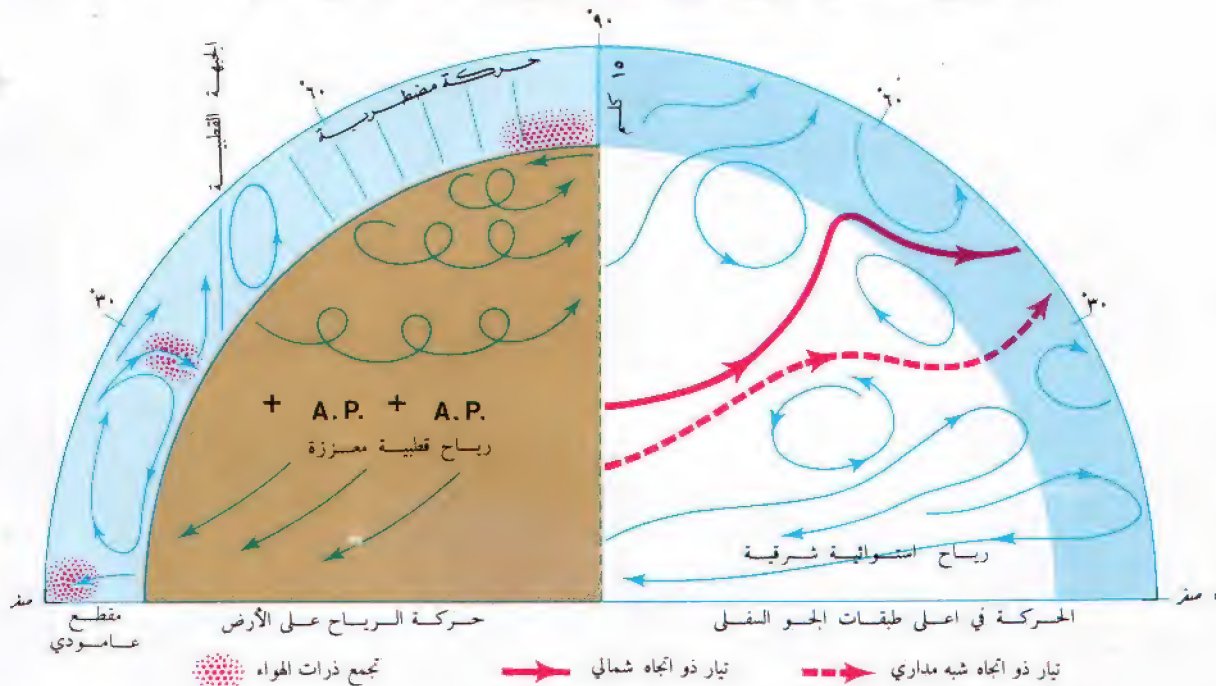


الكثّل الهوائية (تموز، يوليو)

القطب الشمالي

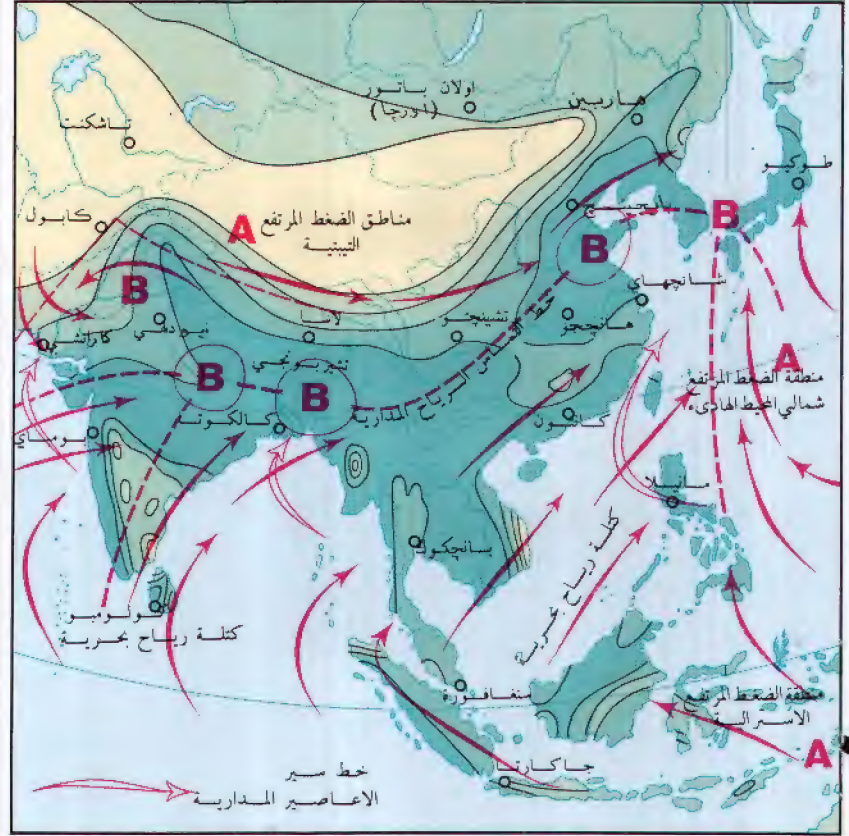


رسم بياني للتحرّك الجوي في أحد نصفَي الكرة الأرضية

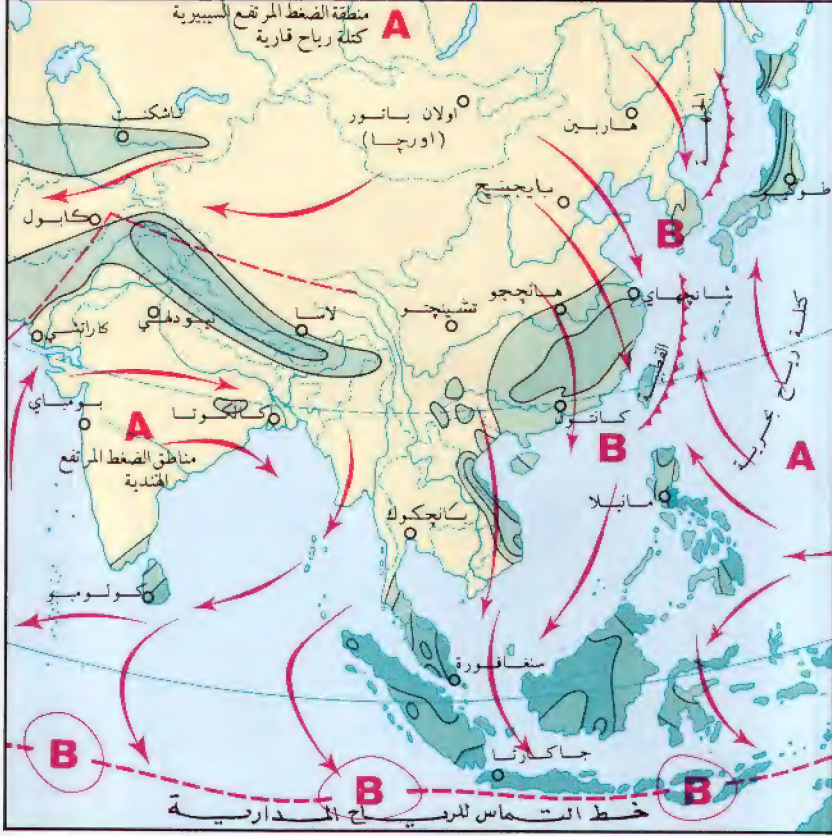


الرياح الموسمية

(في فصل الصيف)



(في فصل الشتاء)



الاتجاه المسيطر للرياح ————— أكثر من 2000 من 1000 إلى 2000 من 500 إلى 1000 من 250 إلى 500 أقل من 250 كمية الأمطار بالمليمتري

من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض، لكن تأثير كوريولس يتسبب في هبوب رياح تجري على طول أطراف شبكتين من الضغط، المرتفع والمنخفض. وهي رياح تستدعي الرياح الجيوسτροφية Geostrophic winds. سجل الرقم القياسي لسرعة الرياح السطحية في جبل واشنطن في نيو هامبشاير بتاريخ ١٢ نيسان ١٩٣٤، عندما عصفت الرياح بسرعة ٣٧١ كم في الساعة. أما في الأجواء العليا، فقد تصل سرعة الرياح الشديدة إلى ٤٨٠ كم في الساعة، وهي تستدعي التيارات النفاثة. وغالباً ما تستغل تلك الرياح في الرحلات الجوية لتوفير في الوقت والوقود.

طاقة الرياح

تنتج طاقة الرياح عن تحرك الهواء. فالركب الشعاعي الذي ينطلق أمام هبة رياح ناشطة، يعتمد على طاقة تلك الرياح، لدفعه إلى الأمام. وتلتقط طاحونة الهواء، طاقة الرياح لكي تدير جوانح مروحتها. وكانت جوانح الدوران تلك، تستخدم في السابق، لتدوير حجر الرحي في الطاحونة، من أجل طحن الحبوب أو ضخ المياه. إلا أنه، في مطلع القرن الحالي، كانت طواحين الهواء لا تزال تستعمل على نطاق ضيق، في إنتاج الطاقة الكهربائية في أوروبا والولايات المتحدة.

واليوم، تجدد الاهتمام باستخدام الطاقة الهوائية، كمصدر نقي للإنتاج الكهربائي، بعد أن تزايد القلق بسبب تضائل مخزون الوقود الحجري، وبسبب التلوث الناتج عن احتراقه. وقد عمل العلماء على إنشاء تكنولوجيا جديدة، أكثر تطوراً، لاستغلال مصدر الطاقة هذا، غير المحدود: تدفع الرياح جوانح محرك هوائي دوار، فتستدعي الجوانح بدورها في تشغيل أسطوانة

مولد، ينتج تياراً كهربائياً. ويقدر العلماء أنه يمكن التقاط ٣٥٪ إلى ٤٠٪ تقريباً من طاقة الرياح، لدى مرورها عبر المحرك الدوار. وفي بعض الأماكن، يمكن أن تولد المحركات الهوائية، الدوارة، قوة فاعلة، لدرجة تجعلها تضاهي أجهزة الطاقة الأخرى. واليوم، تستخدم آلاف من تلك المحركات في «مزارع الرياح» في كاليفورنيا، لإنتاج الكهرباء. ومن بين البلدان النامية، تظهر الهند والصين اهتماماً خاصاً في تكنولوجيا الطاقة الهوائية.

بعض أنواع الرياح حول العالم

— **بريكفيلدر (Brickfielder)**: رياح ساخنة، غبارية، تهب جنوباً من وسط أستراليا. وهي تحمل اسمها هذا، بسبب الغبار الذي تثيره في بريكفيلد Brickfields قرب سيدني.

— **بوران (Buran)**: رياح شمالية شرقية قوية، في سيبيريا ووسط آسيا. تتحول في الشتاء إلى عواصف ثلجية عنيفة.

— **شينوك (Chinook)**: رياح دافئة وجافة تهب على سفح المنحدرات الشرقية لجبال روكي (الجبال الصخرية) في أميركا الشمالية.

— **مسترال (Mistral)**: رياح عنيفة تهب جنوباً على ساحل البحر المتوسط لفرنسا، وغالباً في فصلي الشتاء والربيع. قد تسيطر تلك الرياح لمدة يوم سنوياً.

— **نورثر (Norther)**: رياح باردة وقوية، تتسبب بانخفاض سريع في درجات الحرارة عبر مناطق تكساس وخليج المكسيك. ويطلق عليها في المكسيك وأميركا الوسطى اسم El Norte.

— **پامبيرو (Pampero)**: رياح جافة وقارسة البرودة، تجتاح البراري أو المراعي في الأوروغواي والأرجنتين.

— **سيروكو (Sirocco)**: رياح ساخنة وريعية عادة، تهب من صحراء أفريقيا على سواحل البحر المتوسط.

الإعصار القمعي

الإعصار القمعي، أو التورنادو، هو عاصفة ريفية قوية دوارة. ورياح الإعصار القمعي هي أشد وأعنف رياح تهب على سطح الأرض. تدور هذه الرياح حول مركز العاصفة بسرعات تتجاوز ٣٢٠ كيلومتراً في الساعة. ويصل قطر معظم الأعاصير القمعية إلى مئات الأمتار، وقد تستدعي الكثير منها بالموت والدمار الواسع النطاق.

يتكوّن الإعصار القمعي من سحب قمعي الشكل دوار، يمتدّ إلى الأسفل من كتلة من الغيوم الداكنة. ولا تصل بعض الأفعاف إلى الأرض بينما يضرب بعضها الآخر سطح الأرض، ثم ينسحب إلى الغيوم السوداء الموجودة فوقه، ليعود ويضرب سطح الأرض من جديد. في الولايات المتحدة، تنزع جميع الأفعاف للسير باتجاه الشمال الشرقي.

تدور رياح الإعصار القمعي باتجاه معاكس لاتجاه دوران عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي، وباتجاه دوران عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي. ويُعرف الإعصار القمعي الذي يحدث فوق بحيرة أو محيط، بعمود الماء أو بالنافورة المائية.

يدوم معظم الأعاصير القمعية أقل من ساعة واحدة. وتقطع هذه العواصف مسافة حوالي ٣٢ كيلومتراً بسرعة ١٦ إلى ٤٠ كيلومتراً في الساعة. وتدمر بعض الأعاصير القمعية عدّة ساعات، ويصل قطرها إلى ٢,٤ كيلومتر. ويمكن أن تقطع هذه الأعاصير مسافة ٣٢٠

كيلومتراً أو أكثر بسرعة قد تصل إلى ٩٧ كيلومتراً في الساعة. وتكون هذه الأعاصير القمعية مدمرة جداً.

تحدث الأعاصير القمعية في جميع أنحاء العالم، ولكن بشكل خاص في الولايات المتحدة، حيث تضرب عموماً في الربيع وأوائل الصيف. ولا أحد يعلم عدد الأعاصير القمعية التي تحدث سنوياً لأن الكثير من العواصف تهب في مناطق قليلة السكّان، فلا يتم التبليغ عنها. وقد سجل حدوث حوالي ٧٠٠ إعصار قمعي في الولايات المتحدة سنوياً، بدءاً من أواسط الخمسينات.

في ١٨ آذار ١٩٢٥، اندفع أكثر الأعاصير القمعية فتكاً في التاريخ عبر ولايات ميسوري وإلينوي وإنديانا، وقتل ٦٨٩ شخصاً. وكان هذا الإعصار واحداً من أسرع الأعاصير القمعية المسجلة في العالم. وقد وصل امتداده الأفقي إلى حوالي ٣٥٤ كيلومتراً بالطول و١٦ كيلومتراً بالعرض، وسار بسرعة ٩٧ كيلومتراً في الساعة.

قصة الإعصار القمعي:

يضرب معظم الأعاصير القمعية التي تحدث في الولايات المتحدة منطقة الغرب الأوسط والولايات الواقعة على خليج المكسيك. ولا يعلم العلماء تماماً لماذا تنشأ هذه الأعاصير.

يتشكل معظم الأعاصير القمعية على طول الجبهة (الحدود) بين الهواء الجاف والبارد المقبل من الشمال، والهواء الرطب والدافئ المقبل من خليج المكسيك. وتتشكل منطقة ضيقة من السحب الركامية المزنّة Cumulonimbus على طول هذه الجبهة. وتخلق هذه المنطقة الغيمية، المعروفة بخطّ الرياح أو العواصف، طقساً عاصفاً يتميز برياح شديدة مصحوبة عادة بالأمطار.

ويحدث الطقس العاصف الناتج عن خطّ

العواصف عندما ترتفع كتلة من الهواء الرطب والدافئ بسرعة كبيرة في الجو. ومع ارتفاع هذه الكتلة، يندفع المزيد من الهواء الدافئ ليحل محله. ويرتفع الهواء المندهف بدورته في الجو، وفي بعض الحالات يبدأ بالدوران. ويتحول الهواء الدوار إلى إعصار قمعي.

تحدث معظم الأعاصير القمعية في الربيع في فترة بعد الظهر أو المساء من يوم رطب وحار. تظهر غيوم رعدية كبيرة في السماء، ويبدأ الرعد يدوي في البعيد. وتصبح غيمة قريبة داكنة وكثيفة، وتبدأ الكتل المستديرة عند قاعدة الغيمة بالدوران على نفسها. ثم تشكل إحدى الكتل الدوارة غيمة قمعية تمتد تدريجياً باتجاه الأرض. ويبدأ مطر غزير وبعض البرد بالسقوط، وتحدث ومضات من البرق. وينشأ هسيس مكتوم مع امتداد الغيمة القمعية باتجاه الأرض. وإذا لامس القمع الأرض، يحرك معه التراب والحطام. ويصبح الهسيس هديرًا صاخبًا. وتطيح الرياح العنيفة الدوارة في الإعصار القمعي بكل ما يعترض طريقها.

تنتج قوة الرفع الهائلة التي تتميز الإعصار القمعي عن تيار هوائي قوي صاعد داخل القمع. وقد حدث أن اقتلعت الأعاصير القمعية الأشجار، وقلبت حافلات القطارات، وحملت أشياء ثقيلة جدًا كالسيارات على مسافة مئات الأمتار.

الحماية من الأعاصير القمعية:

يجمع العلماء في المصلحة القومية للأرصاد الجوية معلومات مستمرة حول الطقس من جميع أنحاء الولايات المتحدة. وإذا دلت الأحوال الجوية على احتمال حدوث أعاصير قمعية أو عواصف رعدية عنيفة، تُصدر المصلحة تقريراً يُذاع على التلفزيون والإذاعة. وإذا اكتشف إعصار قمعي، تنذر مصلحة الأرصاد الجوية الجماعات في البلدات والمدن الواقعة في خط سير العاصفة. ويحدد الإنذار موقع الإعصار القمعي وحجمه، والمسار الذي تتبعه العاصفة. ويمكن أن تستعمل الشرطة في المناطق المعرضة للخطر صفارات الإنذار لتنبيه السكان إلى ضرورة الإحتماء. وتُكتشف الأعاصير القمعية من قبل المراقبين أو بواسطة أجهزة خاصة مثل الرادار. ويستطيع أحد الرادارات، وهو رادار دوبلر، تعيين موقع الأعاصير القمعية وتحديد سرعة الرياح.

تؤمن الملاحة ضدّ العواصف أفضل حماية ممكنة ضدّ الأعاصير القمعية. ويشكل الدور السفلي أفضل مكان للإحتماء في حال عدم توفر ملجأ ضدّ العواصف. وفي الدور السفلي، يجب أن يقبع الناس تحت طاولة في الجهة التي يقترب من ناحيتها الإعصار. وعندما لا يتوفر دور سفلي في المبنى، يجب أن يتمدد الناس على بطونهم على الأرض تحت طاولة أو سرير، بعيداً عن النوافذ.

ويجب دائماً إخلاء المقطورات عند اقتراب إعصار قمعي، فهي لا توفر أي حماية تُذكر ضدّ العاصفة، ويمكن أن تنقلب بسهولة أثناء مرور الإعصار. وفي العراء، يجب أن ينبطح الناس في قناة أو خندق أو وهد، إذا أمكن الأمر. ويوفر ذلك بعض الحماية من الحطام المتطاير، لكنه لن يحول دون سحب الإعصار الشخص إلى داخل القمع.

الإعصار الحلزوني

الإعصار الحلزوني هو منطقة من الضغط المنخفض في الجو تدور فيها الرياح باتجاه الداخل. ويمكن أن يغطي الإعصار الحلزوني مساحة تساوي نصف مساحة الولايات المتحدة. ونجد نوعاً خاصاً وعنيفاً من الأعاصير الحلزونية التي يتراوح عرضها بين ٩٠ و ٢,٤٠٠ متر، وتُعرف بالأعاصير القمعية (تورنادو).

تتميز جميع الأعاصير الحلزونية بخاصتين اثنتين: (١) يكون الضغط الجوي في أدنى مستوياته في مركز الإعصار، (٢) تدور الرياح لولبياً باتجاه الداخل. في نصف الكرة الشمالي، تهب الرياح باتجاه معاكس لاتجاه دوران عقارب الساعة. وفي نصف الكرة الجنوبي، تهب الرياح إلى الداخل باتجاه دوران عقارب الساعة.

يشهد بعض المناطق في العالم عدداً كبيراً جداً من الأعاصير الحلزونية، بحيث يكون معدل ضغط الجو فيها أقل من معدل الضغط في بقية أنحاء العالم. فعلى سبيل المثال، إن «منخفض الألوشن» في شمال المحيط الهادئ و«المنخفض الأيسلندي» في شمال الأطلسي يشهدان ضغطاً منخفضاً خلال القسم الأكبر من فصل الشتاء. ويمكن تسمية هذه المناطق بمراكز الضغط المنخفض نصف الدائمة أو مراكز الفعل.

تترافق الأعاصير الحلزونية عادة بالعواصف. ويشير انخفاض الضغط الجوي، عموماً، إلى قدوم الطقس الرديء. ولكن، في بعض الأحيان، لا يجلب الإعصار الحلزوني معه طقساً رديئاً، إذ أنّ طبيعة الهواء تلعب أيضاً دوراً كبيراً في تحديد الطقس. فإذا تكوّن الإعصار مثلاً، في هواء جاف، فقد لا تتشكل أي غيوم في السماء. ينشأ الإعصار الحلزوني الإستوائي فوق المياه الإستوائية أو شبه الإستوائية. وتُعرف الأعاصير الحلزونية الإستوائية العنيفة، التي تصل سرعة الرياح فيها إلى ١١٩ كيلومتراً في الساعة، بالأعاصير المدارية Hurricanes أو بالتيغونان، وفقاً لمكان تشكلها. تتشكل الأعاصير المدارية في شمال الأطلسي أو في الجزء الشرقي من شمال الهادئ، بينما تتشكل التيفونات في غرب الهادئ. وقد تترافق هذه العواصف برياح تصل سرعتها إلى ٢٩٠ كيلومتراً في الساعة

وبأمطار رهيبة ورعد عنيف وبرق. ويتراوح الإمتداد الأفقي لهذه العواصف بين ٣٢٠ و ٤٨٠ كيلومتراً. وتكون الأعاصير الحلزونية إما ساخنة المركز أو باردة المركز. والأعاصير الساخنة المركز هي أعاصير يكون مركزها أسخن من أطرافها. وتكون هذه الأعاصير قليلة العمق عموماً، وتضعف في طبقات الجو العليا. تحدث هذه الأعاصير في الكثير من الأحوال فوق مناطق ساخنة جداً من اليابسة. أما الأعاصير الحلزونية الباردة المركز فتكون أبرد قرب المركز، وأسخن قرب الأطراف. ويمكن أن تكون هذه الأعاصير عميقة جداً، وهي أشدّ عنفاً على علو آلاف الأمتار في الجو مما هي عليه عند مستوى سطح الأرض.

السماء

السماء هي الجزء من الفضاء الذي تمكن رؤيته من الأرض. وتتألف السماء من الجو، الذي يمتد مئات الكيلومترات فوق سطح الأرض. ويتكوّن الجو بشكل رئيسي من النتروجين والأكسجين، كما أنّه يحتوي على قطرات صغيرة جداً من الماء وعلى بلورات جليد على شكل غيوم وهواطل. ويمكن أن يملأ أيضاً الدخان وجسيمات الغبار والملوثات الكيميائية، السماء فوق المدن.

تنتج ألوان السماء عن استطارة (تشتت) الضوء بفعل جزيئات الغاز وجسيمات الغبار في الجو. ويتألف ضوء الشمس من موجات ضوئية بأطوال موجية مختلفة، تُرى كلّ واحدة منها كلون مختلف. وتبدو أقصر الموجات الضوئية زرقاء، وأطولها حمراء. تستطير الموجات الضوئية الزرقاء على الفور بفعل جسيمات صغيرة جداً من المادة موجودة في الجو، لكنّ الموجات الضوئية الحمراء تنتشر دون أي تشويش، إلّا إذا ضربتها جسيمات كبيرة الحجم.

عندما تكون السماء صافية، تستطير موجات

الضوء الأزرق أكثر بكثير من موجات أي ضوء آخر، لذلك فإنّ السماء تبدو زرقاء اللون. وعندما تكون السماء مليئة بالغيوم المترصّة أو بالدخان الكثيف، تستطير الموجات الضوئية لجميع الألوان، ما يتسبب بتحوّل لون السماء إلى الرماديّ. عند شروق الشمس أو مغيبها، تقطع أشعة الشمس مسافة كبيرة عبر الجو تفوق المسافة التي تقطعها عندما تكون الشمس عالية في السماء. وفي هاتين الفترتين، تستطير الموجات الضوئية لمعظم الألوان، وتعطي موجات الضوء الأحمر التي بقيت على حالها، مظهراً أحمر أو برتقالياً للشمس والسماء قرب الأفق.

العاصفة الثلجية

تترافق العاصفة الثلجية برياح قوية وباردة. وتحدث هذه العاصفة عندما تتحرك كتلة هوائية باردة من المنطقة القطبية الشمالية متوجهة إلى المنطقة المعتدلة. ويجبر الهواء البارد الثقيل الهواء الرطب الدافئ على الارتفاع على طول الحدود بين الكتلتين الهوائيتين. وتُعرف هذه الحدود بالجهة الباردة. ويتسبب صعود الهواء الدافئ في الجو بحدوث عاصفة ثلجية قوية ترافقها رياح شمالية باردة. ويحدث الكثير من العواصف الثلجية بعد فترة من الدفء غير الاعتيادي في فصل الشتاء.

وتحدّد المصلحة القومية للأرصاد الجوية في الولايات المتحدة العاصفة الثلجية بأنها سقوط كثيف للثلج مصحوب برياح تصل سرعتها إلى ٥٦ كيلومتراً أو أكثر في الساعة. وتترافق الرياح بانخفاض كبير في درجات الحرارة، التي قد تصل إلى ١٢ درجة مئوية تحت الصفر، وبرؤية تجاور الصفر. تحدث العواصف الثلجية القوية في أغلب الأحوال في شمال السهول الكبرى في الولايات المتحدة، وفي شرق ووسط كندا، وفي أنحاء مختلفة من روسيا. ويمكن لهذه العواصف أن تكسّر أكواماً هائلة من الثلوج تعيق سير الحياة اليومية. وتتوقّف أحياناً جميع التقلبات، وتقل الشركات والمؤسسات التجارية أبوابها لعدة أيام.



الإعصار القمعي

علم الخرائط

الخريطة تمثيل لمنطقة جغرافية، هي عادة جزء من سطح الأرض، يُرسم أو يُطبع على سطح منبسطة. وفي معظم الأحوال، تشكل الخريطة تمثيلاً بيانياً لا تصويرياً للأرض؛ وتحتوي الخريطة عادة على عدد من المصطلحات المسلّم بها عموماً، التي تشير إلى المعالم الطبيعية أو الإصطناعية أو الثقافية المختلفة في المنطقة التي تغطيها الخريطة.

أنواع الخرائط

يمكن استعمال الخرائط لأغراض كثيرة مختلفة، ما أدى إلى وضع عدّة أنواع من الخرائط المتخصصة.

الخرائط الطبوغرافية

إضافة إلى تبيان المواقع العامة والحدود السياسية، تصوّر الخرائط الطبوغرافية جيولوجياً منطقة معينة ومعالمها المميّزة. وينطوي هذا النوع من الخرائط على الكثير من الفائدة، فعلى سبيل المثال، يستعمل معظم هواة التخييم والسير خرائط طبوغرافية لإيجاد طريقهم في البرية وتحديد خط سيرهم، مع أخذ العوائق ومعالم الأرض في الاعتبار. وإذا حدث وضلوا الطريق، يستطيعون إيجاد اتجاهاتهم الزاوية من جديد بوضع خريطتهم وبوصلتهم في اتجاه معلم بارز شاهده في الحوار. ويشير المفتاح الذي تشتمل عليه الخريطة إلى مقاييس المسافة والرموز أو المصطلحات الخاصة (لمعالم مثل السكك الحديدية والمدارس ومهابط الطائرات وخزانات المياه) المستعملة في وضع الخريطة. وبوجه العموم، يشير اللون الأخضر في الخريطة الطبوغرافية إلى الغابات أو النباتات، فيما يدلّ اللون الأبيض على المناطق الخالية من النبات. وتشير مجموعة من الخطوط البنية اللون إلى الجبال والتلال، وتبين الارتفاع والتحدّر النسبي. يمثل كلّ خطّ وحدة ارتفاع محدّدة؛ وحيث تكون الخطوط شديدة التقارب، تكون الأرض شديدة التحدّر.

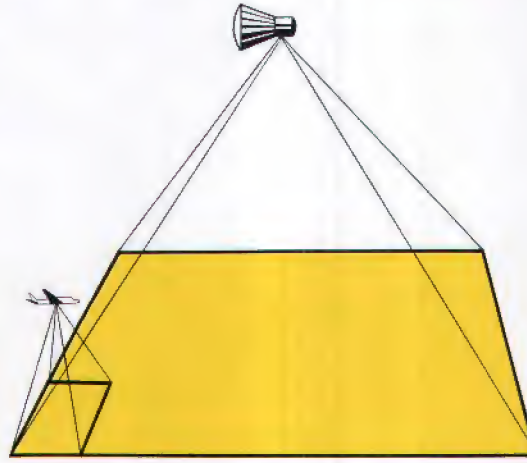
الخرائط الموضوعية Thematic، أو المتخصصة

من أهم الخرائط المتخصصة نذكر الخرائط الهيدروغرافية وخرائط الملاحة الجوية. تُستعمل الخرائط الهيدروغرافية لملاحة السفن، وتغطّي سطح المحيطات وغيرها من الأجسام المائية الكبيرة وشطآنها. وفي الجزء المائي من الخريطة، يُبيّن العمق على مسافات فاصلة صغيرة بطبع عدد قمامات (ج. قامه = مقياس لعمق الماء يساوي ٦ أقدام أو ١٨٢,٨٨ سنتيمتراً) الماء في حالة الجزر. تُحاط المناطق الضحلة بخطّ أو تُظلل لتصبح أكثر وضوحاً، كما تُبيّن حدود القنوات الموصلة بين بحرين باستعمال الخطوط. وتُظهر الخريطة أيضاً نوع القعر، مثل الرمل أو الوحل أو الصخر. ومن السمات الهائلة في هذه الخرائط المواقع الدقيقة للمنارات والطايفات

صورة طبوغرافية لمنطقة ديترويت: تعتبر ديترويت، من ولاية ميشيغان، أحد أهم المراكز الصناعية في الولايات المتحدة. تقع ديترويت على الضفة اليمنى للنهر الذي يحمل الاسم نفسه، وتتميّز المدينة بتنظيم مدينتي منتظم شبيه بالشبكة المتسامية، كما يظهر بوضوح في الجزء الأيمن من الصورة.

إن النقاط الصور بالأشعة تحت الحمراء، التي تطلقها جميع الأشياء ولكن لا تدركها العين البشرية، لا يعطي نظرة مفصلة عن التنظيم المديني وحسب، بل يظهر أيضاً بوضوح المناطق الخضراء، ومختلف أنواع المحاصيل (لاحظ المناطق المزروعة في الزاوية السفلى، إلى يسار الصورة) وطبيعة المناطق المحرّجة.

في الأشعة تحت الحمراء، يبدو النبات بدرجات مختلفة من الأحمر، ما يظهر مدى امتداد أي نوع من التلوث.



التصوير الفوتوغرافي من الفضاء (أعلاه): يوضح الرسم البياني قيمة الصورة الفوتوغرافية المأخوذة من جسم يدور حول الأرض وفعاليتها. يمكن لصورة واحدة أن تغطي مساحة تتطلّب مئات الصور الجوية التقليدية، مع ما يرافقها من مشاكل صعبة يسببها تشوّه الصور المختوم. في سبيل تحويل الصور إلى خرائط، من الضروري وضع شبكة من النقاط تعرف إحداثياتها بشكل دقيق. تستعمل لهذه الغاية أقمار «جيوديسية»، تسمح بإجراء قياس سريع ودقيق للمسافات، وهذا شرط أساسي لرسم خرائط بالغة الدقة.

جبل الإتنا (إلى اليسار): تظهر هذه الصورة المأخوذة من المختبر الفضائي سكايلاب، الذي يدور حول الأرض، جزءاً من ساحل صقلية الشرقي. في يمين الصورة، تظهر بوضوح كتلة الإتنا الخروطية الشكل. والإتنا هو أعلى بركان في أوروبا، وهو لا يزال ناشطاً، كما يظهر من الدخان الرقيق المتموّج الذي يخرج من الفوهة (أ). يسمح التصوير بالأشعة تحت الحمراء بتمييز سيول اللابة (الحمم) البركانية المختلفة على جوانب البركان؛ تظهر أحدث السيول باللون الأزرق الداكن (ب)، وهي تتباين بشكل واضح عن السيول القديمة والرماد البركاني ذات اللون الأحمر (ج). تبدو كاتانيا، أكبر بلدة واقعة عند أسفل الإتنا، كملطخة زرقاء على جنب السهل الذي يحمل الاسم نفسه (د). في يمين الصورة، يظهر طرف جبال إيبلاي ويرى عدد كبير من البحيرات، منها بحيرة بوزيلو، بسبب لونها الأزرق الداكن.



المسح الجوي

المسح الجوي Aerial Survey دراسة لسطح الأرض تستخدم صوراً مأخوذة من الطائرات. يُستخدم المسح الجوي في صناعة الخرائط وإجراء الدراسات الزراعية والبيئية وفي العمليات العسكرية. وتُطلق تسمية مقياس التصوير المساحي Photogrammetry على أحد فروع المعرفة الذي يجري قياسات دقيقة جداً للارتفاع والمساحة والمسافة والحجم، بناءً على الصور الجوية، ثم يستخدم هذه القياسات لإنشاء خرائط طبيعية مفصلة. واليوم، بات معظم سطح الأرض مسجلاً على خرائط مبنية على المسح الجوي.

ويعدّ المسح الجوي نوعاً من أنواع المسح عن بعد. فالجسّات العاملة عن بعد هي أجهزة تجمع المعلومات حول جسم أو منطقة من مكان بعيد. وتستخدم كاميرات رسم الخرائط أفلاماً كبيرة الحجم وقادرة على تبيين أجسام لا يزيد عرضها عن بضعة أمتار، وذلك من ارتفاعات تزيد عن ١٩ كيلومتراً. وقد ساهمت الأفلام الملونة وتلك اللاقطات للأشعة تحت الحمراء في توسيع مجالات المسح الجوي. فالأفلام اللاقطات للأشعة تحت الحمراء أكثر حساسية بكثير من العين المجردة، إذ بإمكانها التقاط الطاقة غير المرئية المنعكسة من الأجسام، وذلك ضروري لجمع المعلومات حول الحياة النباتية. وتستخدم الكومبيوترات بكثافة في عمليات المسح الجوي، فهي تحسّن من نوعية الصور الملتقطة وتزيد من حجم المعلومات التي توفرها هذه الصور للعلماء.

ويستخدم علماء المسح الجوي آلات تصوير رقمية Digital Cameras تنقل الصور مباشرة على أقراص الكومبيوتر، كما يلجأون أحياناً كثيرة إلى آلات تصوير الفيديو في التقاط الصور الجوية. وعلى عكس الصور الفوتوغرافية التقليدية، يمكن لآلات التصوير الرقمية وآلات تصوير الفيديو أن تنتج صوراً يمكن مشاهدتها بعد تصويرها مباشرة.

بدأ المسح الجوي منذ أواسط القرن التاسع عشر، إلّا أنّه لم يستخدم على نطاق واسع حتى الحرب العالمية الأولى (١٩١٤ - ١٩١٨)، عندما وضعت آلات التصوير على طائرات التجسس. وتوسّعت التطبيقات العسكرية للمسح الجوي مع حلول الحرب العالمية الثانية (١٩٣٩ - ١٩٤٥) التي تبعها تطوّر تكنولوجيا كبير على صعيد صناعة الطائرات وآلات التصوير والأفلام. وقد أجرت حكومة الولايات المتحدة في الثلاثينات والأربعينات عمليات مسح جويّ لمناطق واسعة في البلاد ضمن برامج الحفاظ على التربة وإدارة الغابات.

ويجري البرنامج الوطني للتصوير الجوي The National Aerial Photography Program (NAPP)، الذي تموّله عدّة وكالات فدرالية في الولايات المتحدة، مسحاً جويّاً منتظماً لأراضي هذه الدولة. وتستخدم صور هذا البرنامج لرسم الخرائط الطبوغرافية والتنظيم المدني ورسم الخرائط الجيولوجية وخرائط التربة والاستطلاع العسكري وإدارة الغابات وتقدير حجم الكوارث، إضافة إلى عدد كبير من الأغراض الزراعية.

(ج. طافية = عوامة لإرشاد السفن) وغيرها من مساعدات الملاحة. والمعالم الساحلية الوحيدة الأخرى التي تظهر على الخريطة البحرية هي معالم مثل الأبنية العالية أو القمم البارزة، التي قد يحتاج الملاح للارتكاز عليها. وتشبه خرائط الملاحة الجوية المستعملة فوق اليابسة الخرائط الطبوغرافية إلى حد ما، لكنها تحمل إضافة إليها موقع المرسدات اللاسلكية (لهداية الطائرات) والخطوط الجوية والمناطق التي تغطيها حزم منارات الإرشاد اللاسلكي.

ومن الخرائط المتخصصة الأخرى، نجد خرائط سياسية لا تظهر سوى البلدات والتقسيمات السياسية من دون المعالم الطبوغرافية؛ والخرائط الجيولوجية التي تظهر البنية الجيولوجية لمنطقة معينة؛ والخرائط التي تبين التوزيع الجغرافي للمحاصيل واستعمال الأرض وكمية المطر والسكان؛ والمات من أنواع المعطيات الاجتماعية والعلمية الأخرى. وتشكل الخريطة المجسمة نوعاً مفيداً آخر من الخرائط، وهي نموذج ثلاثي الأبعاد يمثل سطح منطقة معينة بتضاريسه. تُنحت هذه الخرائط عموماً من الصلصال أو من جص (جبس). ولا يزال التضاريس، يُستعمل في الخرائط المجسمة مقياس عمودي أكبر بعدة مرات من المقياس الأفقي. ويمكن صنع هذه الخرائط أيضاً برص ألواح بلاستيكية في قالب. وتُستعمل الخرائط المجسمة على نطاق واسع في التخطيط الحربي والهندسي.

عناصر الخريطة الأساسية

لكي يتمكن مستعمل الخريطة من قراءة كمية كبيرة من المعلومات بسهولة، يجب استعمال نظام من الرموز الاصطناعية. وقد أصبح الكثير من الرموز الشائعة الاستعمال مسلماً به بشكل عام أو لأنها سهلة الفهم. وهكذا، فإن المدن والبلدات تُعين بنقاط أو رق مظلمة؛ وغالباً ما تُصعب الأنهار والأجسام المائية باللون الأزرق؛ وتبين الحدود السياسية بأشرطة ملونة أو خطوط منقطعة. إلا أن الخرائط، أو واضع الخرائط، يستطيع أيضاً ابتكار مجموعة كبيرة متنوعة من الرموز لتلبية حاجات مختلفة. فعلى سبيل المثال، يمكن استعمال نقطة أو رمز معين للدلالة على وجود ١٠,٠٠٠ رأس من الأبقار، أو معولين متصلين لتعيين موقع منجم. وتُحدد الرموز المستعملة في الخريطة في مفتاح الخريطة.

الشبكة الجغرافية

في سبيل تحديد موقع معلم معين على خريطة، أو لوصف امتداد منطقة ما، من الضروري الرجوع إلى شبكة الخريطة الجغرافية. وتتألف هذه الشبكة من خطوط طول وخطوط عرض. وفقاً للإصطلاح المتفق عليه، يُحدد الطول الجغرافي بـ ١٨٠° شرقاً و ١٨٠° غرباً من خط صفر درجة الذي يمر في جرينتش في إنجلترا. ويُحدد العرض الجغرافي بـ ٩٠° شمالاً و ٩٠° جنوباً من خط الاستواء الذي يُعتبر خط العرض صفر درجة. يمكن تحديد موقع أي نقطة على الخريطة بشكل دقيق، باعطاء عدد الدرجات والدقائق والثواني المحددة للطول والعرض الجغرافيين. وتوضع الخرائط عادة بحيث يأتي الشمال الحقيقي في أعلى الصفحة، وتروّد بقرص بوصلة أو بدليل آخر على الإنحراف المغنطيسي.

المقياس

يمثل المقياس الذي تُرسم به الخريطة نسبة المسافة

بين نقطتين على سطح الأرض إلى المسافة بين النقطتين المقابلتين لهما على الخريطة. ويُبين المقياس عادة بالأرقام، مثل ١:١٠٠,٠٠٠، ويعني أن وحدة قياس واحدة على الخريطة (١ سنتيمتر مثلاً) تمثّل ١٠٠,٠٠٠ وحدة ماثلة على سطح الأرض. وتُعرف أيضاً الخريطة الموضوعية بهذا المقياس بخريطة السنتيمتر إلى الكيلومتر. يُبين المقياس على معظم الخرائط في الهامش، وكثيراً ما تُروّد الخريطة بخط مقسم يُظهر طول وحدات المقياس، مثل ١ و ٥ و ١٠ كم أو ميل، أو كليهما، على المنطقة الأصلية. تختلف المقاييس المستعملة في الخرائط اختلافاً كبيراً. إن الخرائط الطبوغرافية، مثل خرائط الولايات المتحدة التي تصدرها دائرة المسح الجيولوجي في الولايات المتحدة، توضع عادة بمقياس ١:٦٢,٥٠٠ (حوالي ١ لليميل الواحد). وتُستعمل للأغراض العسكرية مقاييس كبيرة تصل إلى ١:١٥,٨٠٠. منذ أوائل القرن العشرين، يتعاون عدد من الدول على وضع خريطة معيارية للعالم بمقياس ١:١٠,٠٠٠,٠٠٠ وما فوق. (راجع مثلاً خريطة رقم ٢٥ - ٢٩ - ٤٥).

التضاريس

إنّ الارتفاعات متفاوتة للتلال والجبال والأعماق المتغيرة للوديان والشعاب، كما تظهر على الخريطة الطبوغرافية، هي ما يُعرف بالتضاريس؛ وإذا لم تمثل التضاريس بشكل مناسب، لا تعطي الخريطة صورة واضحة عن المنطقة التي تمثّلها. في الخرائط الأولى، غالباً ما كانت التضاريس تُمثل برسوم صغيرة للجبال والوديان، لكن هذه الطريقة غير دقيقة على الإطلاق، وقد استبدلت بشكل عام بنظام من خطوط المناسيب. وتمثل خطوط المناسيب النقاط المتساوية الارتفاع في المنطقة المرسومة في الخريطة. ويمكن أن تُحدد المسافة المناسيبية التي يتم اعتمادها بأي وحدة كانت، وفقاً لمقدار التضاريس ومقياس الخريطة، كـ ٥٠ متراً مثلاً؛ ويقوم الخرائطي عند رسم الخريطة بوصل جميع النقاط على ارتفاع ٥٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، ثم يصل النقاط الواقعة على ارتفاع ١٠٠ متر ببعضها البعض، والنقاط الواقعة على ارتفاع ١٥٠ متراً، وهلم جراً. وتوفر أشكال خطوط المناسيب تمثيلاً صحيحاً لأشكال التلال والمنخفضات، وتُظهر الخطوط نفسها الارتفاعات الحقيقية. تدلّ خطوط المناسيب القليلة التباعد على متحدرات شديدة التحدر.

وتشمل الطرق الأخرى لتعيين الارتفاع استعمال الألوان والأرقام (ج: رُفَن = خطوط قصيرة متوازية) أو الظلال. عندما تُستعمل الألوان لتعيين الارتفاع، يتم اختيار سلسلة متدرجة من الألوان لتلون المناطق المتساوية الارتفاع؛ فعلى سبيل المثال، تلوّن جميع الأراضي الواقعة بين صفر و ١٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر بدرجة فاتحة من الأخضر، وجميع الأراضي بين ١٠٠ و ٢٠٠ متر بدرجة أغرق، وهلم جراً. تُستعمل الأرقام لإظهار المنحدرات؛ وكلما اشتد التحدر، تُرسم الأرقام أقرب إلى بعضها البعض ويخطوط متزايدة الغلاظة. وكثيراً ما يقتصر الترتين أو التظليل على المنحدرات الجنوبية الشرقية، ما يعطي، نوعاً ما، تأثير النظر من عل (نظرة عامة) للمنطقة المضاءة بأشعة قادمة من الشمال الغربي. إنّ الظلال أو الأرقام المنقّدة بدقة (وهي لا تعطي الارتفاع عن مستوى

سطح البحر) أسهل للتفسير من خطوط المناسيب، وهي تُستعمل أحياناً معها لمزيد من الوضوح.

الإسقاطات الخرائطية

لتمثيل كامل سطح الأرض دون أي نوع من التشويه، يجب أن يكون سطح الخريطة كروياً؛ وتُعرف الخريطة من هذا النوع بالكرة الجغرافية. لا يمكن للخريطة المسطحة أن تمثل بشكل صحيح ودقيق السطح المدور للأرض، إلا بالنسبة لمناطق صغيرة جداً حيث يُعتبر التقوس ناهياً. ولإظهار أجزاء كبيرة من سطح الأرض أو لإظهار مناطق متوسطة الحجم بدقة، يجب رسم الخريطة بطريقة تحقق تسوية بين تشوهات المساحة والمسافة والاتجاه. في بعض الحالات، قد يختار واضع الخرائط الدقة في إحدى هذه الخاصيات مع تشويه الخاصيتين الأخرين. وتُعرف الطرق المختلفة المستعملة في وضع خريطة مسطحة لسطح الأرض بالإسقاطات وتُصنّف كإسقاطات هندسية أو تحليلية، وفقاً لتقنية وضعها. تُصنّف الإسقاطات الهندسية وفقاً لنوع السطح الذي تُرسم عليه الخريطة، مثل الأسطوانة أو المخاريط أو السطح المستوي؛ وتُعرف أيضاً الإسقاطات على السطح المستوي بالإسقاطات السطحية. توضع الإسقاطات التحليلية بواسطة الحساب الرياضي.

الإسقاطات الأسطوانية

عند وضع الإسقاط الأسطواني، يعتبر الخرائطي سطح الخريطة أسطوانة تحيط بالكرة الجغرافية وتلمسها عند خط الاستواء. تُمدّ خطوط العرض من الكرة الجغرافية نحو الخارج، على نحو مواز لخط الاستواء، كما لو أنّ مستويات متوازية تقطع الاسطوانة. نظراً لانحناء الكرة الجغرافية، تصبح خطوط العرض الأقرب إلى القطبين، عند إسقاطها على الأسطوانة، أكثر فأكثر تقارباً في ما بينها؛ وتمثّل خطوط الطول المسقط بخطوط مستقيمة متوازية، تتعامد مع خط الاستواء وتمتدّ إلى القطبين الشمالي والجنوبي. بعد الانتهاء من الإسقاط، يُفترض قد الاسطوانة عمودياً وبسطها. وتمثّل الخريطة التي يتم الحصول عليها سطح الأرض على هيئة مستطيل ذي خطوط طول متساوية التباعد وخطوط عرض لامتساوية التباعد. يتزايد تشويه أشكال المناطق في الإسقاط الأسطواني مع الإقتراب من القطبين، لكنّ علاقة الحجم بين المساحات على الخريطة مساوية لعلاقة الحجم بين المساحات على الكرة الجغرافية.

إنّ إسقاط مركاتور (أو الإسقاط المركاتوري)، الذي وضعه الجغرافي الفلمنكي جرهاردوس مركاتور، قريب من الإسقاط الأسطواني، مع بعض التعديلات. تتميز خريطة مركاتور بالدقة في المناطق الاستوائية، لكنها تشوه المساحات إلى حد بعيد في المناطق البعيدة عن خط الاستواء. إلا أنّ هذه الخريطة تُظهر الاتجاهات بشكل دقيق، وهي ميزة قيمة جداً في الملاحة. إنّ كلّ خط يقطع خطين أو أكثر من خطوط الطول في الزاوية نفسها يظهر في خريطة مركاتور كخط مستقيم. يُعرف مثل هذا الخط بخط الاتجاه الثابت، ويمثّل خط سير السفينة أو الطائرة التي تتبع اتجاهًا بوضلياً ثابتاً. باستعمال خريطة مركاتور، يستطيع الملاح تحديد وجهته بمجرد رسم خط بين نقطتين وقراءة اتجاه البوصلة من الخريطة.

الإسقاط السمتي

تنشأ هذه المجموعة من الإسقاطات عن إسقاط الكرة الجغرافية على سطح مستوي يمكن أن يكون مماساً Tangent له في أي نقطة كانت. وتشمل هذه المجموعة الإسقاطات المنبسطة المائلة والمتعامدة والإستريوغرافية. ونجد نوعين آخرين من الإسقاطات المنبسطة، يُعرفان بالإسقاط السمتي المتساوي المساحة والإسقاط السمتي المتساوي البعد، لا يمكن إسقاطهما لكنهما يوضعان في مستوى تماسي. يتشكل الإسقاط الميلي من أشعة يُفترض أنها تُسقط من مركز الأرض. وفي الإسقاط المتعامد، يوضع مصدر الأشعة في اللانهاية، وتشبه الخريطة الناتجة عن هذا الإسقاط الأرض كما تبدو، إذا ما صوّرت من الفضاء الخارجي. وفي الإسقاط المتعامد، يقع مصدر الأشعة المسقط في نقطة مواجهة تماماً للنقطة التماسية للمستوى الذي يجري عليه الإسقاط.

تختلف طبيعة الإسقاط وفقاً لمصدر الأشعة المسقط. وهكذا، فإنّ الإسقاط الميلي يغطي مساحات أصغر من أحد نصفي الكرة، بينما يغطي الإسقاط المتعامد نصف كرة، ويغطي كلّ من الإسقاط السمتي المتساوي المساحة والإسقاط الإستريوغرافي مساحات أكبر، فيما يشمل الإسقاط السمتي المتساوي البعد الكرة الأرضية بكاملها. ولكن، في جميع هذه الأنواع من الإسقاطات (باستثناء الإسقاط السمتي المتساوي البعد)، يتوقف الجزء من الأرض الذي يظهر في الخريطة، على النقطة التي يمس فيها المستوى الوهمي سطح الأرض. فإذا وضعنا خريطة بإسقاط منبسط مع مسّ المستوى للأرض عند خط الاستواء، نحصل على خريطة تمثل المنطقة الاستوائية، ولكنها لا تُظهر المنطقة بكاملها في خريطة واحدة؛ أمّا إذا كان المستوى مماساً في أحد القطبين فتمثّل الخريطة المنطقة القطبية المحيطة به.

نظراً إلى وجود مصدر الإسقاط الميلي في مركز الأرض، تمثّل جميع الدوائر الكبيرة (خط الاستواء وخطوط الطول وجميع الدوائر الأخرى التي تقسم الأرض إلى قسمين متساويين) بشكل خطوط مستقيمة. إنّ الدائرة الكبيرة التي تصل مطلقاً نقطتين على سطح الأرض هي دائماً أقصر مسافة بين هاتين النقطتين. وتقدم الخريطة المائلة بالتالي مساعدة كبرى في الملاحة عندما تُستعمل بالإشتراك مع خريطة مركاتور.

الإسقاطات المخروطية

في تحضير الإسقاط المخروطي يُفترض وضع مخروط فوق القطب الشمالي. وبعد إتمام الإسقاط، يُشَقّ المخروط عمودياً ويُسطح لتشكيل سطح مستوي. يمسّ المخروط الكرة الأرضية في جميع النقاط على خط عرض واحد، وتتميز الخريطة الناتجة عن هذا الإسقاط بدقة متناهية بالنسبة لجميع المناطق الواقعة قرب خط العرض المذكور، لكنها تُشوّه بشكل متزايد في المناطق الأخرى، وذلك على نحو متناسب طردياً مع بعد المنطقة عن خط العرض المعياري. ولتحقيق دقة أكبر في التمثيل، يفترض إسقاط لامبرت المخروطي المتطابق استعمال مخروط يمر عبر جزء من سطح الأرض، فيقطع خطي عرض مختلفين. ونظراً إلى أنّ الخريطة الناتجة عن هذا الإسقاط دقيقة وصحيحة التمثيل في المناطق المجاورة تماماً لخطي العرض، يكون تمثيل المنطقة الواقعة بين

خطّي العرض المقياسين أقل تشوّهاً من تمثيل هذه المنطقة نفسها بطريقة الإسقاط المخروطي الذي يتركز على خطّ عرض واحد.

ويشكّل الإسقاط المتعدّد المخاريط إسقاطاً معقّداً جداً، تُستعمل فيه مجموعة من المخاريط يمتدّ كلّ منها الكرة الأرضية عند خطّ عرض مختلف، وحيث لا تُستعمل سوى المنطقة المجاورة تماماً لكلّ خطّ عرض. عن طريق جمع نتائج مجموعة الإسقاطات المخروطية المحدودة، يمكن وضع خريطة تمثّل منطقة شاسعة بدقة بالغة. ونظراً إلى أنّه لا يمكن جعل أيّ مخروط يمتدّ الكرة الأرضية في المناطق الإستوائية والقطبية، تُستعمل الإسقاطات المخروطية المختلفة لوضع خرائط تمثّل مناطق صغيرة نسبياً في المناطق المعتدلة. وتوفّر الخرائط المتعدّدة المخاريط تسوية جيّدة في تمثيل المساحة والمسافة والاتّجاه بالنسبة للمناطق الصغيرة.

الحساب الرياضي

للحصول على رسم صحيح ودقيق لمناطق كبيرة بمقياس صغير، وضع عدد من «الإسقاطات» بالطريقة الرياضية. وتمثّل الخرائط المرتكزة على الحساب الرياضي كامل سطح الأرض في شكل دوائر أو أشكال بيضوية أو غيرها. وفي الخرائط الموضوعية للإستعمالات الخاصة، غالباً ما لا تُرسم الأرض في الشكل الأصليّ للإسقاط بل في أجزاء متصلة غير منتظمة. وتُعرف الخرائط من هذا النوع بالإسقاطات المتقطّعة، وتشمل إسقاط «جود» المتقطّع المتماثل وإسقاط «إيكيرت» المتساوي المساحة.

رسم الخرائط

إستفاد رسم الخرائط، أو الخرائطية، إلى حدّ بعيد، من التقدّم التكنولوجي الذي حصل منذ الحرب العالمية الثانية. إنّ استعمال تقنيات الإستشعار عن بعد هي ربّما أهم ما استُحدثت في الخرائطية؛ وتسمح هذه التقنيات بجمع المعطيات حول جسم أو شيء معين من دون لمس. ومن الأمثلة على ذلك، التصوير الجوي (بما في ذلك التصوير بالأشعة تحت الحمراء) والتصوير بواسطة القمر الصناعي. وقد سمح التثليث بالقمر الصناعي بخفض هامش الخطأ إلى حدّ بعيد في تحديد الموقع الصحيح للنقاط على سطح الأرض. وقد شكّل استعمال الكمبيوتر في رسم الخرائط أحد أهم الوسائل المستحدثة.

المراقبة

تتركز الخرائط الحديثة على مسح دقيق يغطّي المواقع والعلائق الجغرافية الخاصة بعدد كبير من النقاط في المنطقة الممثّلة في الخريطة. وتستعمل اليوم جميع الخرائط الأصلية تقريباً الصور الجوية، إضافة للمعلومات التي يوفّرها مسح الأرض التقليدي. ويمكن للصور المأخوذة من الأقمار الصناعية أن تقدّم كمية كبيرة من المعلومات حول المعالم المختلفة على سطح الأرض، بما في ذلك موقع التراكبات المعدنية ومدى امتداد المناطق المدينية وأمراض النبات وأنواع التربة.

الجمع والنسخ

بعد جمع المعطيات اللازمة، يجب التخطيط بعناية لوضع الخريطة بما يتناسب مع استعمالها النهائي، بحيث تقدّم جميع المعلومات المتصلة بالموضوع بشكل واضح ودقيق. بعد ذلك، تُستعمل نتائج المسح والصور لوضع عدد كبير من النقاط على شبكة من الخطوط المتقاطعة تتوافق مع الإسقاط الذي تم اختياره لرسم الخريطة. تُحدّد الإرتفاعات وتُرسّم خطوط التناسب مباشرة، في حال استُخدمت، من أزواج من

الصور الاستريوسكوبية (أو الجسامة) باستعمال أجهزة معقّدة جداً مثل جهاز الإرسال المضاعف. وتُرسّم أيضاً الطرقات ومجاري الأنهار بالطريقة نفسها. ويبدأ التحضير النهائي لطبع الخريطة بصنع مجموعة من الصفائح، كلّ صفيحة منها لأحد الألوان المستعملة في الخريطة. وتتكوّن هذه الصفائح من البلاستيك المطلي بطبقة غير منفذة للضوء؛ تُحفّر الخطوط والرموز على السطح بواسطة أداة حفر حادة تزيل الطلاء غير المنفذ. وتشكّل كلّ واحدة من هذه الصفائح صورة سلبية يُصنع منها لوح ليثوغرافي (طباعي حجري).

في نوع آخر من الخرائط، هي الخرائط الفوتوغرافية المستقيمة، يتشكّل جسم الخريطة من صور فوتوغرافية حقيقية. وتتألّف هذه الخريطة من فسيفساء مكوّنة من أجزاء من صور فوتوغرافية

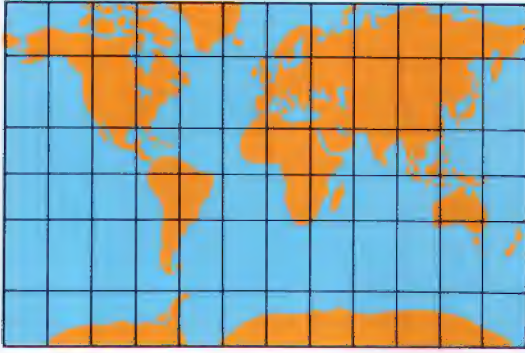
جوية مضمومة إلى بعضها البعض بدقة وعناية، بعد تغييرها باستعمال آلة للتصوير الفوتوغرافي المستقيم لإلغاء التشويه المقياسي والزائبي. في السبعينات، أحرز تقدّم كبير في الخرائط المولّدة بالكمبيوتر. يمكن تخزين المعطيات حول إحداثيات منطقة جغرافية وحول توزيع الظواهر الإحصائية في المنطقة. ويسمح جهاز مثل المخطّاط ذي المنحنى المتصل للكمبيوتر برسم خرائط دقيقة مستندة إلى المعطيات المخزونة. ويمكن أيضاً عرض الخرائط المولّدة بالكمبيوتر على شاشة تلفزيونية، حيث يستطيع عامل الكمبيوتر بسهولة إجراء تعديلات على المحتوى. ونظراً إلى أنّه يمكن تخزين هذه الخرائط في الكمبيوتر، فإنّها توفّر صورة متحرّكة للتغيير خلال فترة معينة من الزمن.

تاريخ الخرائط

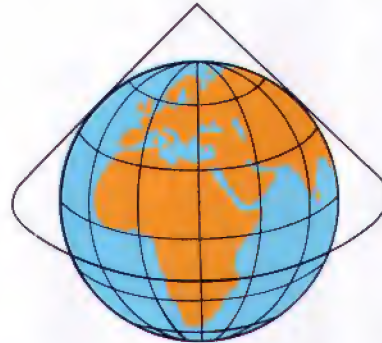
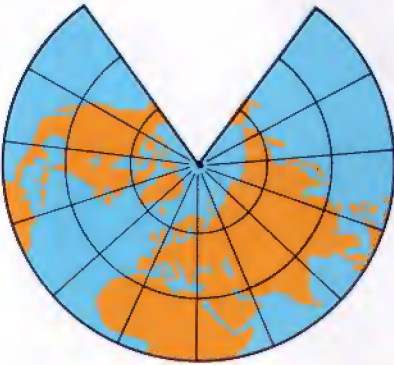
وُضعت أقدم الخرائط المعروفة حوالي ٢٣٠٠ قبل

الميلاد على يد البابليين. وقد حُفرت هذه الخرائط على ألواح صلصالية، وشكّلت في القسم الأكبر منها مسحاً للأراضي استُعمل لفرض الضرائب. وقد وُجدت في الصين خرائط اقليمية أكثر امتداداً، ومرسومة على الحرير، تعود إلى القرن الثاني قبل الميلاد. ويبدو أنّ القدرة والحاجة إلى رسم الخرائط ظاهرة عالمية. ومن أكثر أنواع الخرائط البدائية إثارة للإهتمام، نذكر خريطة القصب البحرية التي صنعها سكّان جزر مارشال في جنوب المحيط الهادئ. وتتكوّن هذه الخريطة من شبكة من ألياف القصب مرتبة بحيث تبيّن موقع الجزر. وكان فنّ رسم الخرائط متطوّراً جداً في حضارتي المايا والإنكا، وقد وضع شعب المايا بدءاً من القرن الثاني عشر للميلاد، خرائطاً للأراضي التي فتحوها.

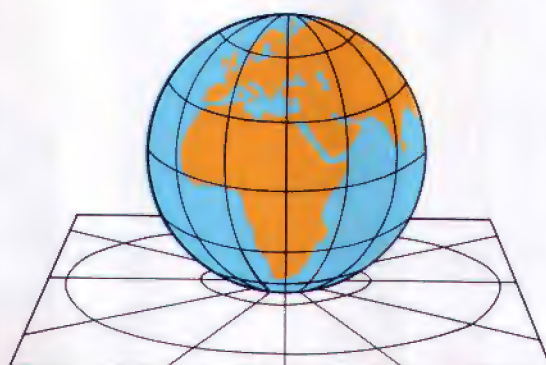
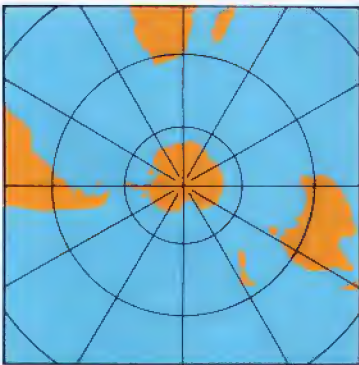
الإسقاط الأسطواني: إذا ما افترضنا أسطوانة من الورق ملفوفة حول كرة جغرافية مضاءة، يكون الإسقاط على الأسطوانة شبيهاً بخريطة أسطوانية الإسقاط. ويكون شكل القارّات، قرب وسط الأسطوانة، خالياً نسبياً من التشوّه، فيما تمتدّ المناطق القريبة من القطبين على نحو غير متناسب، مثلما هي الحال في الخريطة الأسطوانية الإسقاط.



الإسقاط المخروطي: إذا ما افترضنا مخروطاً من الورق موضوعاً فوق كرة جغرافية مضاءة، يكون الإسقاط على المخروط شبيهاً بخريطة مخروطية الإسقاط. ولا تشهد هذه الخريطة أيّ تشوّهات تُذكر في المناطق المتوسطة البعد عن خطّ الإستواء، وهي مفيدة لدراسة البلدان، مثل بعض بلدان أوروبا، التي تقع في هذه المناطق.



الإسقاط السمتي: إذا ما افترضنا قطعة من الورق تمسّ كرة جغرافية مضاءة في نقطة واحدة، يكون إسقاط الكرة على الورق شبيهاً بخريطة سمتية الإسقاط. إنّ الخرائط السمتية الإسقاط خرائط مفيدة لدراسة المناطق القطبية، وذلك لأنّ القطبين يظهران عادة قرب وسط الخريطة، مع التواء الخطوط الطولانية عند القطبين وابتعادها بعضها عن بعض مع ابتعادها عن القطبين. لا تعرف المناطق القطبية تشوّهات تُذكر، لكنّ التشوّه يزداد مع اتّجاه الخطوط الطولانية نحو المناطق الإستوائية.





وكانت أول خريطة تفصل بوضوح بين أميركا الشمالية والجنوبية من جهة وآسيا من جهة أخرى. في العام ١٥٧٠، أصدر الخرائطي الفلمنكي أبراهام أورتيلىوس أول أطلس حديث، حمل عنوان Orbis Terrarum. وقد احتوى هذا الأطلس على ٧٠ خريطة. خلال القرن السادس عشر، أصدر الكثير من الخرائطين خرائط تضمنت المعلومات المتزايدة التي أحضرها الملاحون والمستكشفون. ويُعتبر جراردوس مركاتور أعظم خرائطي في عصر الاكتشافات؛ وقد أصبح الإسقاط الذي ابتكره خريطة العالم التي وضعها، قِيَمًا جداً بالنسبة لجميع الملاحين اللاحقين.

إزدادت دقة الخرائط التي وُضعت بعد ذلك بفعل التحديد الدقيق للطول والعرض الجغرافيين ولحجم وشكل الأرض. وأنتجت الخرائط الأولى التي يَبْتِ الحدود المخطيئة في القسم الأول من القرن السابع عشر، وقد وضعت أولى الخرائط البحرية التي تَبَيّن التيارات المحيطية حوالي العام ١٦٦٥. وفي القرن الثامن عشر، كانت المبادئ العلمية لرسم الخرائط قد أُرسيت بشكل واضح، وقد طاولت أهم الأخطاء في خرائط ذلك الوقت، الأجزاء غير المستكشفة من العالم.

في أواخر القرن الثامن عشر، ومع هبوب القوة الأساسية لاستكشاف العالم وبداية تطوّر القومية كقوة فعالة، بدأ عدد من البلدان الأوروبية بإجراء مسح طوبوغرافي مفصّل لأراضي البلاد. صدر المسح الطوبوغرافي الكامل لفرنسا في العام ١٧٩٣؛ وكانت الخريطة مربعة تقريباً بقياس ١١ متراً تقريباً لكل جهة. وقد تبعت بريطانيا العظمى وإسبانيا والنمسا وسويسرا وغيرها من البلدان هذا الاجراء. وفي الولايات المتحدة، أنشئت دائرة المسح الجيولوجي في العام ١٨٧٩ بهدف وضع خرائط طوبوغرافية ذات مقياس كبير لأراضي البلاد كافة. وفي العام ١٨٩١، اقترح المؤتمر الجغرافي الدولي وضع خرائط تغطّي العالم بأسره بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠٠٠. وهي مهمة لم تُنجز بشكل كامل إلى اليوم. وفي القرن العشرين، استفاد رسم الخرائط من مجموعة من الابتكارات التقنية. نشأ التصوير الجوي في الحرب العالمية الأولى واستُعمل على نطاق واسع

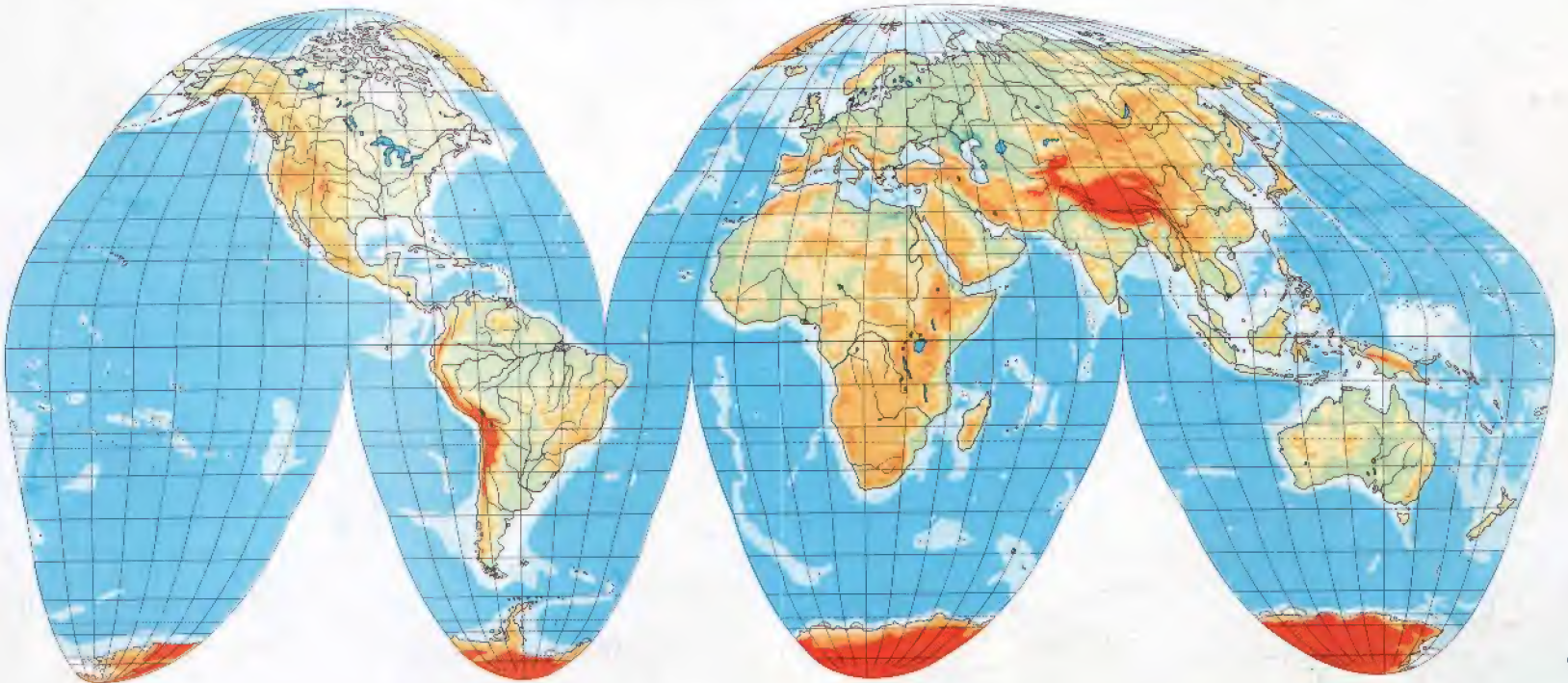
ويعتقد أنّ أول خريطة تمثّل العالم المعروف هي تلك التي وضعها الفيلسوف الإغريقي أناكسيمندر في القرن السادس قبل الميلاد. وكانت هذه الخريطة دائرية، وتبيّن الأراضي المعروفة في العالم مجمّعة حول بحر إيجة في الوسط، ومحاطة بالبحر. إنّ إحدى أشهر الخرائط في العصر الكلاسيكي هي الخريطة التي رسمها الجغرافي الإغريقي إراتوستينس حوالي ٢٠٠ قبل الميلاد. وقد مثّلت هذه الخريطة العالم المعروف من إنجلترا في الشمال الغربي إلى مصب نهر الجانغ في الشرق وليبيا في الجنوب؛ وكانت أول خريطة تحمل خطوطاً مستعرضة متوازية تُظهر العروض الجغرافية المتساوية. وقد حملت الخريطة أيضاً بعض خطوط الطول، لكنها كانت غير منتظمة في تباعدها. حوالي سنة ١٥٠ للميلاد، أصدر العالم الاسكندري بطليموس كتابه «الجغرافيا»، الذي يحتوي على خرائط للعالم، كانت أولى الخرائط المرتكزة على شكل صحيح رياضياً من أشكال الإسقاط المخروطي. لكن هذه الخرائط اشتملت على عدّة أخطاء، مثل الإمتداد المفرط لكتلة الأرض الأوراسية. بعد انهيار الامبراطورية الرومانية، توقف تقريباً رسم الخرائط في أوروبا؛ وكانت الخرائط الموضوعية في ذلك العصر تُخطّ عادة بأيدي الرهبان، الذين غالباً ما صوّروا الأرض بشكل غير صحيح. من جهة ثانية، وضع البخارة العرب واستعملوا خرائط بحرية بالغة الدقة في الفترة نفسها. وضع الجغرافي العربي الإدريسي خريطة للعالم في العام ١١٥٤. وبدأ من القرن الثالث عشر تقريباً، وضع الملاحون المتوسطيون خرائط بحرية دقيقة للبحر المتوسط، وعادةً من دون خطوط طول أو خطوط عرض، ولكن مع خطوط تُظهر الاتجاهات الزاوية بين المرافئ الهامة. في القرن الخامس عشر، تمّ طبع نسخ من خرائط بطليموس في أوروبا؛ وقد مارست هذه الخرائط، طوال قرون، تأثيراً كبيراً على الخرائطين الأوروبيين.

في العام ١٥٠٧، وضع الخرائطي الألماني مارتن فالديسيمولر أول خريطة معروفة تستعمل اسم أميركا للأراضي المستكشفة حديثاً في الجهة الأخرى من الأطلسي. تمّ طبع الخريطة في ١٢ لوحة منفصلة،

خريطة قديمة لجزء من أوروبا وأفريقيا: غالباً ما لبّت الخرائط القديمة حاجات متعدّدة. فقد وفّرت تفاصيل طوبوغرافية حول بلد معين، إضافة إلى معلومات حول المنطقة المتعلقة ببلد الملاح. تعود هذه الخريطة إلى نحو سنة ١٦٠٠ ميلادية. (تابعة لأرشيف «مكتبة الصغار».)

خلال الحرب العالمية الثانية في رسم الخرائط. ومع إطلاق القمر الصناعي باجيوس في العام ١٩٦٦ وأقمار لاندسات الثلاثة في السبعينات، تعمل الولايات المتحدة على إنجاز مسح جيوديسي كامل لسطح الأرض بواسطة تجهيزات فوتوغرافية شديدة التمييز. على الرغم من التحسينات الكبيرة في تقنيات رسم الخرائط والمعارف الخرائطية، لم تُمنح إلى اليوم أجزاء كبيرة من سطح الأرض. فعلى سبيل المثال، يستمرّ اليوم مسح أراضي قارة القطب الجنوبي.

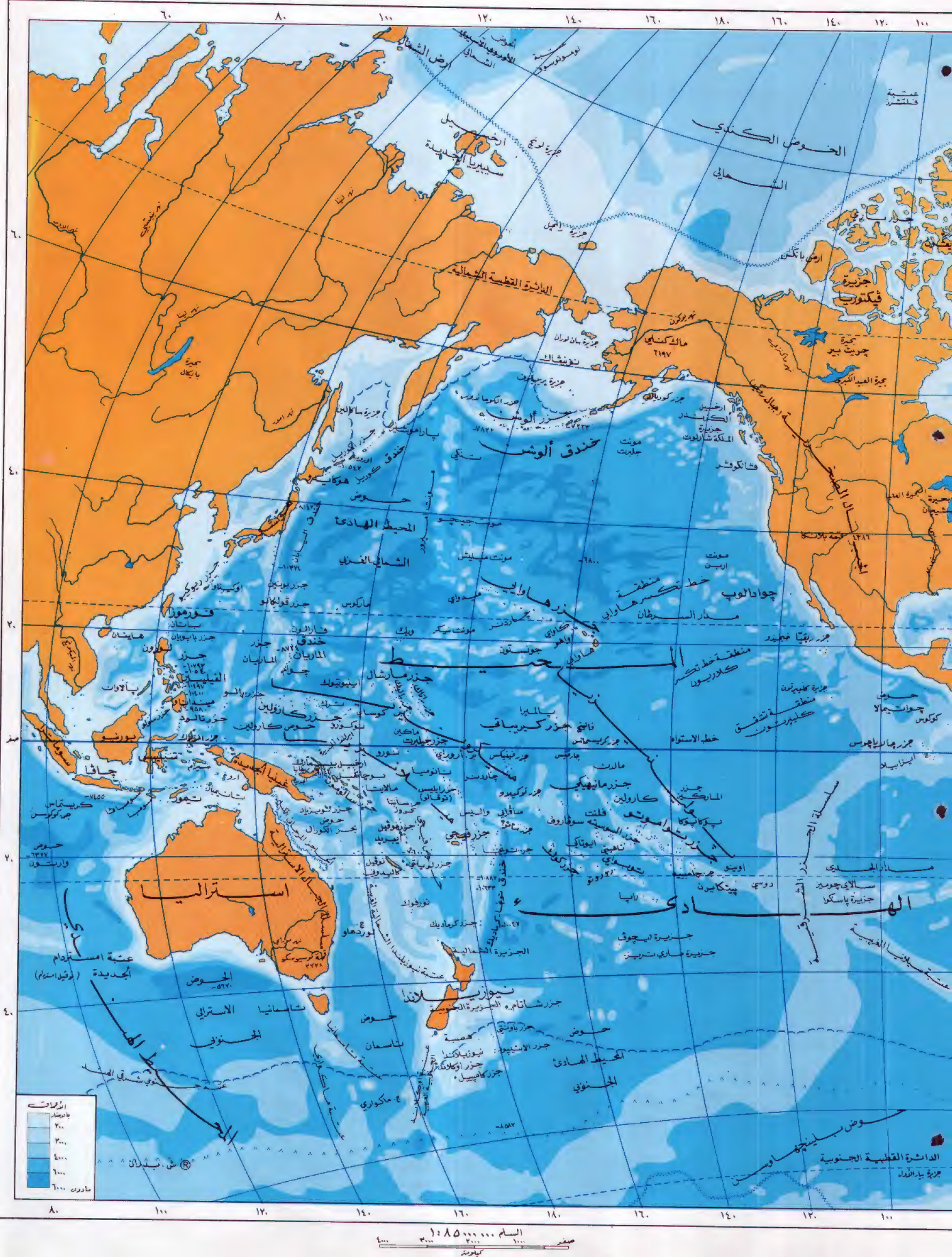
إسقاط جود المتماثل الخطوط: في ١٩٢٣، وضع الجغرافي والخرائطي الأميركي ج. بول جود (من جامعة شيكاغو)، عن طريق الحساب الرياضي، إسقاط جود المتقطع المتماثل الخطوط. وتُرسّم الأرض في هذا الإسقاط في أجزاء متصلة غير منتظمة. إنّ الاحساس الذي يولّده هذا الإسقاط باستدارة الخريطة وضالّة تشوّه الكتل الأرضية قد جعل من هذا الإسقاط الشكل المفضّل لوضع خرائط موضوعية Thematic يغطّي أنحاء العالم كافة. (أنظر لوحات رقم ١ - ٢ - ٣ - ٤ - ٥ - ٦.)





خرائط التضاريس: هي نماذج ثلاثية الأبعاد
أُخذت من الفضاء الخارجي عن سطح
منطقة معينة؛ ويُستعمل اللون والمقياس في
هذه الخرائط للدلالة على المعالم الجغرافية
بدلاً من رسم الحدود السياسية فقط.
ونظراً لهذه السمة، تُستعمل خرائط
التضاريس على نطاق واسع في الهندسة
وفي المجال العسكري. تبيّن هذه الخريطة
القرن الأفريقي، شبه الجزيرة العربية،
أوروبا وجزءاً من آسيا.

لوحة رقم ٢



حقائق مهمة عن المحيطات

يعتقد معظم العلماء أنّ الحياة بدأت في المحيطات. وتدلّ أحفورات *Fossils* أحد أنواع الديدان البحرية إلى أنّ هذه الدودة لم تتغير صفاتها لأكثر من ٥٠٠ مليون سنة.

وما تزال أجسامنا تحمل بعضاً من المحيطات فيها. فجسم الإنسان البالغ يحتوي على ١٨ ليترًا من الماء المالح الذي يشبه في تركيبه مياه البحر. ويتحرك قاع المحيطات باستمرار. فقاع المحيط الأطلسي يتوسّع بمعدل ٢,٥ سم في السنة، فيوسّع حوض المحيط. أما قاع المحيط الهادى فيتوسّع بمعدل أكبر يصل إلى ١٣ سم في السنة، لكنّ حوضه يظلّ على ما هو عليه، لأنّ المساحة الإضافية تغرق تحت القارّات المجاورة. من النباتات البحرية، العشب البحري العملاق البني اللون الذي يمكن أن ينمو لارتفاع ٦٠ م، فيشكل غابات شاسعة تحت سطح مياه المحيطات. يمكن للتسونامي، وهي موجة شديدة القوة تتسبب بها الزلازل، أن تصل إلى سرعة ٩٧٠ كيلومتراً في الساعة، وتعتبر محيطاً بأسره. ويعتقد العلماء أنّ مستوى محيطات وبحار العالم سيرتفع بمعدل ٦٠ م في حال ذوبان الجليد في جرينلاند وأنتاركتيكا بشكل مفاجئ. وفي وضع كهذا، ستغرق مدينة نيويورك، ولا يبقى فوق سطح المياه سوى قمم أعلى ناطحات السحاب فيها.

المحيطات

المحيطات هي الكتلة المائية الضخمة التي تغطي أكثر من ٧٠٪ من سطح الأرض، وتشمل الكتلة أيضاً البحار. وتحتوي المحيطات والبحار ٩٧٪ من المياه الموجودة على الأرض.

تقدّم لنا المحيطات الكثير من الأشياء. فهي بالإضافة إلى كونها مقصداً للزائحين في السباحة وركوب القوارب وغيرها من النشاطات الترفيهية، تعدّ مصدراً للطعام والطاقة والمعادن. وتنقل السفن البضائع بين القارّات عبر المحيطات. لكنّ أهم دور للمحيطات هو محافظتها على مناخ صحي في أرجاء الأرض كافة، وذلك بضبطها درجات حرارة الهواء وتزويدها بالغيوم والرطوبة اللازمة، مما يسبب تساقط الأمطار.

ولقاع المحيطات تضاريس مختلفة كاختلاف تضاريس اليابسة. فالقاع غني بالسهول الشاسعة وسلاسل الجبال الضخمة التي ترتفع قممها أحياناً كثيرة فوق سطح الماء. وتتفجر براكين في القاع، كما تمتدّ وديان عميقة لمسافات طويلة.

والمحيطات مكان رائع لم نبدأ باستكشافه إلا منذ مدة قريبة. ويعمل علماء يستعملون الأوقيانوغرافين Oceanographers على استكشاف أسرار هذا العالم المائي. ويهتمون بتحركات المحيط وتأثيره في الغلاف الجوي للأرض، كما يدرسون أساليب حياة الكائنات المحيطية، وكيف تؤثر القوى المختلفة في تكوين القاع. وقد ساعدت الوسائل الحديثة كالأقمار الصناعية والكمبيوترات في توسيع معلوماتنا حول المحيطات.

المحيط العالمي

تشكّل المحيطات، جزءاً ترابطها، كتلة واحدة تستعمل المحيط العالمي أو المحيط الأرضي. لكنّ القارّات تقسم المحيط العالمي إلى أجزاء رئيسية ثلاثة، هي بحسب المساحة: المحيط الهادى والمحيط الأطلسي والمحيط الهندي. ويضمّ كلّ محيط كتلاً مائية أصغر حجماً تستعمل بحاراً وخليجاناً وأجواناً تنتشر على هوامش المحيطات، فالبحران الكاريبي والمتوسط، على سبيل المثال، جزءان من المحيط الأطلسي؛ وبحر بيرينج وبحر الصين الجنوبي جزءان من المحيط الهادى. وقد تعني كلمة Sea الإنجليزية المحيط عموماً.

ويقع محيط رابع صغير يستعمل المحيط المتجمّد الشمالي، شمال آسيا وأوروبا وأميركا الشمالية. ويرى الكثير من الجغرافيين أنّ هذا المحيط جزء من الأطلسي، ويسمونه البحر المتجمّد الشمالي. وعند الطرف الجنوبي للأرض، يتلاقى الهادى والأطلسي والهندي قرب أنتاركتيكا. ويسمى بعض الناس المياه المحيطة بهذه القارّة المتجمدة المحيط المتجمّد الجنوبي أو البحر الجنوبي، فيما يرى الكثير من الجغرافيين أنّ هذه المياه ليست سوى الأجزاء الجنوبية من محيطات ثلاثة، وليست محيطاً مستقلاً. يحتوي المحيط العالمي ٩٧٪ من مياه الأرض. ويوجد معظم القسم الباقي متجمداً في الأنهار الجليدية. أمّا القسم القليل الآخر، فيوجد في البحيرات والأنهار والمياه الباطنية، وعلى شكل بخار في الهواء.

المساحة: يغطي المحيط العالمي حوالي ٧٠٪ من سطح الأرض، ويقع معظمه في النصف الجنوبي للكرة الأرضية، أي جنوب خطّ الاستواء.

إنّ أكبر المحيطات على الإطلاق هو المحيط الهادى الذي تصل مساحته إلى ١٨١ مليون كم^٢، أي حوالي ثلث سطح الأرض. وفي المحيط الهادى، عرض المحيط الهادى قرب خطّ الاستواء إلى ٢٤,٠٠٠ كم، وذلك بين پاناما وشبه جزيرة ماليزيا. وتقع أميركا الشمالية والجنوبية إلى شرق المحيط، وآسيا وأستراليا إلى غربه. وإلى الشمال، يقع مضيق بيرينج ويربط المحيط الهادى بمياه القطب الشمالي.

وتبلغ مساحة المحيط الأطلسي حوالي ٩٤ مليون كم^٢، إذا استثنينا مياه القطب الشمالي. وتقع أوروبا وأفريقيا إلى شرقه، وأميركا الشمالية والجنوبية إلى غربه.

ويتمدّ المحيط الهندي على مساحة تبلغ ٧٤ مليون كم^٢. وتقع أفريقيا إلى غربه، وأستراليا وأندونيسيا إلى شرقه، فيما تحدّه آسيا من الشمال.

العمق: للمحيط العالمي، عمق متوسط يساوي ٣٧٣٠ م، دون أن يعني ذلك أنّ بعض المواقع في المحيط لا تصل إلى أعماق أكبر. تقع أعمق المواقع في أخاديد، وهي وديان طويلة وضيقة في قاع البحر. أعمق الأماكن المعروفة في المحيط أخدود ماريان في

غربي المحيط الهادى بالقرب من جزيرة جوام. ويصل عمق هذا الأخدود إلى ١١,٠٣٤ م تحت سطح البحر. وفي حال وضع جبل إيفيرست، أعلى جبال العالم (٨٨٤٨ م) في أخدود ماريان، ليقى مغموماً تحت المياه بعمق ٢ كم تقريباً.

والمحيط الهادى أعمق المحيطات، ويصل معدل عمقه إلى ٣,٩٤٠ م. أما المحيط الأطلسي فأصلح المحيطات بمعدل عمق يصل إلى ٣,٥٨٠ م. أعمق مواقع المحيط الأطلسي أخدود پورتوريكو الذي يقع على عمق ٨,٦٤٨ م. أمّا معدل عمق المحيط الهندي فيصل إلى ٣,٨٤٠ م، وأعمق نقطة فيه أخدود جافا بعمق ٧,٧٢٥ م.

درجة الحرارة: تتراوح درجة حرارة سطح المحيط العالمي بين حوالي ٢٠° مئوية عند القطبين الشمالي والجنوبي، وحوالي ٣٠° مئوية قرب خطّ الاستواء. وعند القطبين تتجمّد مياه البحر السطحية، فيما تعتبر المياه المدارية في المحيط الهادى أدفأ مياه المحيط العالمي. وتؤثر التيارات المحيطية في درجة حرارة المياه السطحية. وحين تتحرك التيارات، تحمل المياه المدارية الدافئة إلى القطبين، فيما تجلب حركات محيطية أخرى مياهاً أبرد وأعمق إلى السطح، فتخفّف درجة حرارة المياه السطحية.

وتختلف درجة حرارة المحيط باختلاف العمق، وهي تنخفض إجمالاً مع ازدياد العمق. ويصل عمق المياه السطحية الدافئة إلى عمق ١٥٠ م في المدارات، وإلى حوالي ٣٠٠ م في شبه المدارات. وتنخفض درجة الحرارة بسرعة تحت المياه السطحية، وتشكّل طبقة تسمى المنحدر الحراري Thermocline الذي تختلف سماكته بين ٣٠٠ م و٩١٠ م. وتحت المنحدر الحراري، تبرد مياه المحيط ببطء أكبر، مقارنةً بالمياه الواقعة فوقه. وبالقرب من قاع المحيط، تتراوح درجة حرارة المياه بين ١° و٤° مئوية.

التركيب: تحتوي مياه المحيط العالمي كلّ العناصر الطبيعية. لكنّ هذه المياه تشتهر بأملحها التي يصل معدل نسبتها المئوية في المياه إلى حوالي ٣,٥٪. وتساهم ستة عناصر في ٩٩٪ من ملوحة مياه المحيط؛ وهذه العناصر، مرتبة بحسب كميتها: الكلوريد والصوديوم والكبريت (المتوافر بشكل كبريتات) والمغنسيوم والكالسيوم واليوتاسيوم. ومعظم المادّة المالحّة في مياه المحيط مؤلّف من كلوريد الصوديوم أو ملح الطعام.

وينتج الكثير من أملاح مياه المحيط عن اهتراء الصخور فوق اليابسة. فعندما تنفّث هذه الصخور، تجرف الأنهار مكوناتها الملحية والموادّ الأخرى الناجمة عن التفكّك إلى المحيط. وتساهم الموادّ المقدوفة من البراكين والمتفجّرة في الينابيع تحت سطح المحيط، في ملوحة مياه المحيط. ويؤثر التبخر والمطر في درجة الملوحة. فالتبخر يزيل بعض المياه العذبة من سطح المحيط مخلّفاً الأملاح. وبيّن التبخر أقصاه في المناطق شبه المدارية، لذلك تكون المياه السطحية في هذه المناطق مالحة. ويعيد المطر المياه العذبة إلى المحيط. وفوق المطر التبخر في المناطق الاستوائية بحيث تبلغ ملوحة المياه السطحية هناك أدنى مستوى لها. وتجلب الأنهار المياه العذبة إلى المحيطات، ما يخفّف ملوحة مياه المحيط قرب مصبات الأنهار.

تأثير المحيط في المناخ: يساهم المحيط العالمي في جعل مناخ الأرض صحياً. فحجم المحيط الشاسع وبطء المياه في تغيير درجة حرارتها يثبتان درجة حرارة الغلاف الجوي. ويخزن المحيط صيفاً حرارة إضافية من الشمس ليطلقها شتاءً صوب الهواء، عندما تكون أشعة الشمس ضعيفة. ويؤثر دوران مياه المحيط في درجات حرارة الهواء. فالتيارات تحمل فائض الحرارة في المناطق المدارية إلى القطبين، فتتخفّف درجة الحرارة في المدارات وترتفع في القطبين.

والمحيط مصدر معظم مياه المطر الهائل على الأرض. فحرارة الشمس تبخر المياه من سطح المحيط، وترتفع المياه بشكل بخار غير مرئي لتشكّل غيوماً عندما يبرد البخار. وتعود المياه إلى الأرض على شكل بَرَد أو مطر أو ثلج.

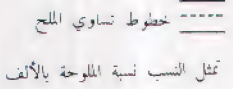
كيف يتحرك المحيط؟

تتحرك مياه المحيط باستمرار. فالتيارات المحيطية تعبر المحيط مثل أنهار عملاقة. وتخلق الرياح والزلازل موجات عبر سطح المحيط. كما أنّ للقمم والشمس جاذبية تسبب بعض الحركات المحيطية التي تعرف بالمدّ والجزر.

التيارات: يخلق نوعان من الدوران تيارات المحيط وهما: الدوران الذي تدفعه الرياح والدوران الملحي الحراري Thermohaline.

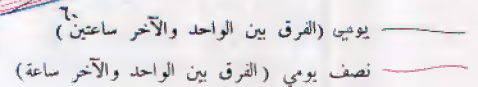
ينتج الدوران الذي تدفعه الرياح عن الرياح التي تهبّ على سطح المحيط. فالرياح تحرك المياه السطحية في تيارات. وتجري التيارات عادة أفقياً - أي بموازاة

القُطْبُ الشَّمَالِي



حركة المدّ والجزر تبلغ حدّها الأقصى في البحار المفتوحة، وحدّها الأدنى في البحار المقفلة.

القَطَبُ الشَّمَالِي





الموجات وانتهاءً بالموجات الإعصارية التي يجاوز ارتفاعها ٣٠م، كما تخلق الكثير المألوف الموجات التي تُرى على الشواطئ ومن على السفن. ويعتمد حجم الموجة على سرعة الريح ومدة هبوبها والمسافة التي تهب عليها فوق سطح المحيط. ومع استمرار هبوب الريح، يصل حجم الموجة إلى أقصاه قبل أن تتكسر الموجة على الشاطئ. وتستمر الموجة المتكسرة موجةً مزيدة. وبعد هدوء الريح، تستمر الموجة في انتقالها على سطح المحيط، وربما قطعت مسافة طويلة جداً. وبعداً عن نقطة انطلاقها، تصبح الموجة أنعم وأطول. وحين تصل إلى الشاطئ تتكسر.

وتغير حركة الموجات المحيطية مظهر الساحل، فتخلق منحدرات حادة وجرفاً شاهقة، وتخلق الصخور المكشوفة وتشكل الشواطئ. وترسم حركة الموجات والتيارات بشكل الخط الساحلي، وتراكم رواسب رملية على امتداد الساحل. وتجرف الموجات رمال الساحل، لا سيما خلال العواصف حين تكون الموجات عالية ومتلاطمة.

وتتكون موجات أخرى بسبب الحركات المفاجئة لقاع المحيط، لا سيما خلال الزلازل. وتسمى الموجة في هذه الحال تسونامي، وهو تعبير يستخدمه العلماء، فيما يطلق بعض الناس اسم الموجة المدية Tidal Wave على هذا النوع، على الرغم من أنها ليست ناتجة عن حركة المد. وفي المحيط المفتوح، إن موجة التسونامي ليست مرتفعة، ولكنها تنتقل بسرعة قد تصل إلى ٩٧٠ كم في الساعة، ولذلك حين تقترب موجات التسونامي من الساحل تتباطأ وتتراكم ليصل ارتفاعها إلى مستويات كبيرة، وتسبب أضراراً فادحة على الشواحل. وقد دمرت موجات التسونامي مدناً كبيرة وأغرقت مئات الناس. وتضرب هذه الموجات في معظم الأحيان الأراضي الواقعة في المحيط الهادئ أو المحيط به. لكن العلماء، لحسن الحظ، قادرون على حساب سرعة التسونامي، وهم يحذرون الناس في المناطق المهددة قبل وصول الكارثة.

أرض قاع المحيط

قاع المحيط منطقة من التناقضات المثيرة. فتحت سطح البحر، تمتد سهول على مسافات شاسعة، وترتفع سلاسل جبال شاهقة، ويصل بعض البراكين إلى سطح المياه، وتنتشر أخاديد ووديان.

الهامش القاري: يشكل الهامش القاري Continental Margin الجزء الملاصق للقارات من قاع المحيط. وهو يتألف من الرف القاري Continental Shelf، والسفح القاري Continental Slope، والمطلع القاري Continental Rise.

الرف القاري هو الأرض المغمورة بالمياه على طرف القارات، ويبدأ عند الخط الساحلي وينخفض تدريجياً تحت الماء، ومعدل عمقه حوالي ١٣٠م. ويصل معدل عرض الرف القاري إلى ٧٥ كم، لكن هذا العرض في بعض المناطق، لا سيما في المنطقة القطبية الشمالية، يصل إلى ١٢٠ كم. وفي مناطق أخرى، كذلك المشرفة على المحيط الهادئ، لا يتجاوز ١,٦ كم أو أقل من ذلك. وتقطع وديان مختلفة العمق الرف القاري الذي يتلقى قسماً كبيراً

سطح الأرض. ولا تؤثر الرياح إلا في المياه الواقعة بين سطح المحيط وعمق ١٠٠ إلى ٢٠٠م. لكن التيارات التي تدفعها الرياح تجرف المياه الواقعة على عمق ١٠٠٠ م أو أكثر.

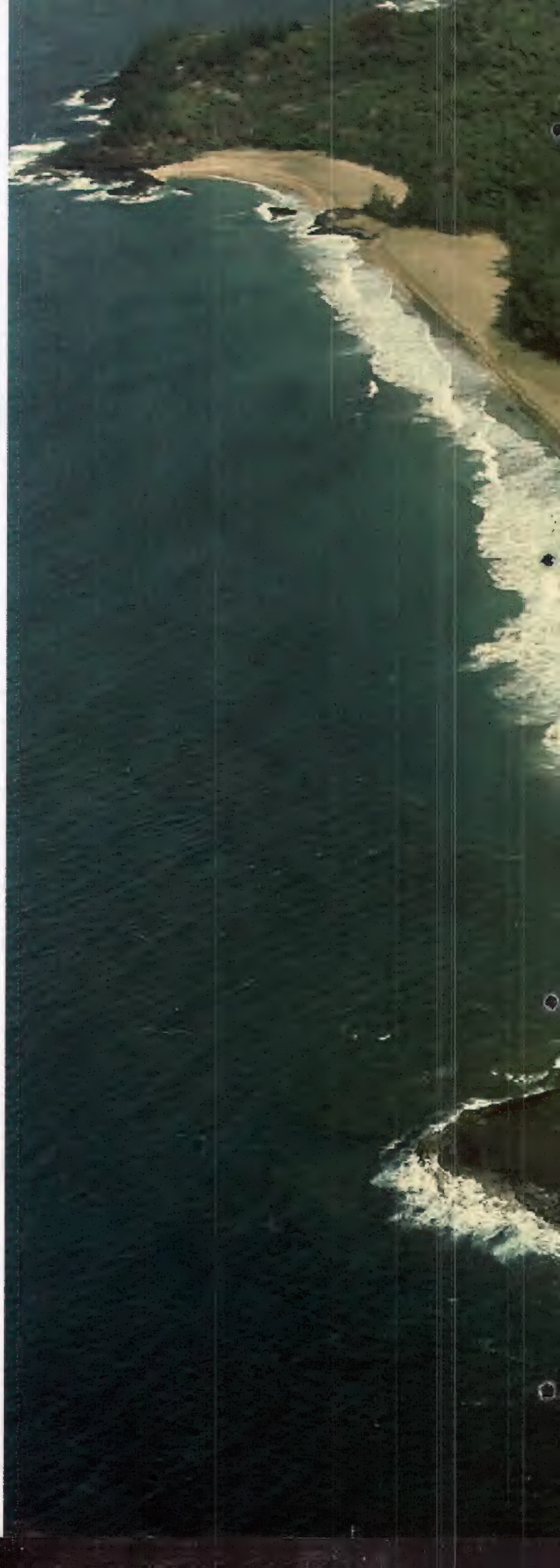
تتحرك التيارات التي تدفعها الرياح في أنماط دائرية كبيرة الحجم تدعى دوامات Gyres. وتدور الدوامات باتجاه دوران عقارب الساعة في المناطق شبه المدارية الواقعة شمال خط الاستواء، وعكس دوران عقارب الساعة في المناطق المماثلة جنوب خط الاستواء. وتؤثر ظروف عدة في اتجاه التيارات التي تدفعها الرياح وتجعلها تشكل دوامات. فأنظمة الرياح على الأرض تدفع التيارات شرقاً أو غرباً. وتحدد القارات اتجاه التيارات شمالاً أو جنوباً. ويجعل دوران الأرض التيارات تدور في أنماط دائرية. وأبرز التيارات التي تدفعها الرياح تيار الألبادور وتيار البيرو وتيار الاستوائي الشمالي وتيار الاستوائي الجنوبي وتيار كاليفورنيا وتيار الكناري وتيار الجولف ستريم وتيار اليابان. ويُعد التيار حول القطب الشمالي، الذي يسمى أيضاً تيار الانسياف المحيطي الغربي، أقوى التيارات المحيطية والتيار الوحيد بينها الذي يلف الأرض.

وفي بعض المناطق، تحصل ظاهرة ارتفاع مياه سطح المحيط Upwelling، عندما تدفع الرياح مياه سطح المحيط قرب الشواطئ بعيداً عن هذه الشواطئ. وتبعاً لذلك، ترتفع المياه العميقة الباردة والغنية بالمواد الغذائية إلى السطح قرب الشواطئ. وتساهم هذه الظاهرة بتأمين الغذاء لكائنات دقيقة شبيهة بالنبات، تعيش عليها الأسماك والحيوانات البحرية الأخرى. ولذلك تكثر الأسماك في المناطق المعرضة لهذه الظاهرة، وتؤمن هذه المناطق نصف حاجة العالم إلى السمك. أبرز هذه المناطق، تلك الواقعة أمام سواحل البيرو والشواحل الشمالية الغربية لأفريقيا وتلك الواقعة بمحاذاة خط الاستواء وحول أنتاركتيكا. وقد تسبب الرياح ظاهرة معاكسة هي انخفاض مياه سطح المحيط Downwelling التي تمتاز بنقص المواد الغذائية وضعف الحياة البحرية فيها.

أما الدوران الملحي الحراري، فينتج تيارات عمودية كبيرة تندفع جيئةً وذهاباً بين سطح المحيط وقاعه. وتنتج التيارات هذه، بشكل كبير، عن الفروقات بين درجات حرارة المياه وملوحتها. فالتيارات تتحرك ببطء من المناطق القطبية بمحاذاة قاع المحيط، وتعود مجدداً إلى السطح. في المناطق القطبية، تبرد المياه وتزداد ملوحتها فتصبح أثقل وزناً وتغوص باتجاه قاع المحيط، فتنتشر مياه القاع الباردة ببطء باتجاه خط الاستواء لتعود إلى السطح وتحل محل مياه السطح التي تغوص.

الموجات: في موجة محيطية، تتحرك المياه صعوداً وهبوطاً، ولا تحدث أي حركة أمامية للمياه أثناء انتقال الموجات. وتمثل أي موجة محيطية الموجات التي يمكن للإنسان أن يشكّلها في جبل مربوط إلى شجرة. عندما يحرك الإنسان الطرف الطليق للجبل، تنتقل موجات عليه دون أن ينتقل الجبل نفسه من مكانه. لكن حين تصل موجة محيطية إلى الشاطئ، تبدأ بالاندفاع إلى أسفل فتتحرك المياه نفسها هذه المرة.

تخلق الرياح معظم الموجات المحيطية، بدءاً بأصغر



من الرواسب الرملية والوحلينة التي تحملها الأنهار إلى المحيط.

وبدأ السفح القاري عند الطرف الخارجي للرف. والسفح أشد انحداراً من الرف، ويصل عمقه إلى ٣,٦ كم. وبشكل السفح في الواقع أطراف القارّات. ويراوح عرضه بين ٢٠ و ١٠٠ كم. وتخترق السفح في أكثر من موقع، وديان ضيقة عميقة مغمورة بالمياه؛ ويفوق حجم بعض هذه الوديان وادي الجراندي كانيون في أميركا الشمالية. ويقع معظم هذه الوديان أمام مصبات أنهار، ويُعتقد أنّ أنهاراً قديمة شقّت هذه الوديان. وربما شكّلت حركة الرواسب على قاع المحيط بعض الوديان.

ويتألف المطع القاري من رواسب منجرفة من الرف والسفح القاريين، ومتراكمة عند قاع السفح. وتمتدّ الرواسب الكثيفة التي تشكّل المطع حوالي ١٠٠٠ كم بدءاً من آخر السفح.

القمم والوديان والسهول تحت الماء: تقع هذه التضاريس خلف الهامش القاري. تشكّل جيود (أو سلاسل) وسط المحيط معلماً رئيسياً من معالم حوض المحيط. وهي تتألف من سلسلة جبلية رئيسية تمتدّ حوالي ٦٠,٠٠٠ كم عبر المحيطات الرئيسية الثلاثة. وقد اكتشف العلماء القسم الموجود في كلّ محيط على حدة، وأعطوه اسماً مستقلاً وهو حيد وسط الأطلسي Mid-Atlantic Ridge ومطلع شرقي الهادي East Pacific Rise وحيد وسط الهندي Mid-Indian Ridge. ويرتفع معظم جبال الجيود حوالي ١٥٠٠ م فوق قاع المحيط وتخترق أودية عميقة الجيود في أماكن عدّة، فتريد من وعورة القاع وتزوّقه. ولبعض الجيود وديان تشقّها في وسطها. ويكثر النشاط البركاني في هذه الوديان المركزية.

وتتحدّر جوانب الجيود إلى مناطق شاسعة تسمّى سهولاً غورية Abyssal Plains، وتغطّي الرواسب معظم معالم هذه السهول المسطحة إجمالاً. وتنتج الرواسب عن تفتّت الصخور على اليابسة والجرف الفئات في الأنهار إلى المحيط. وتحمل الرياح بعض رواسب اليابسة - لا سيّما من الضحاري - إلى المحيط كما تنثر الثورات البركانية كميات كبيرة من الرواسب فوق المحيط. وتنتج الحياة البحرية قسماً كبيراً من الرواسب التي تغطّي سهول قاع المحيط. أبرز هذه الرواسب، الأصداف الصغيرة وبقايا الكائنات الميتة في العوالق (كائنات حيّة دقيقة معلقة في الماء وتفتّت بها الأسماك). وحين تشكّل هذه الموادّ جزءاً كبيراً من الرواسب، يطلق العلماء عليها اسم الزوغات Oozes.

ومن معالم قاع المحيط الأخرى، الأخاديد الطويلة والضيقة والجبال المعزولة تحت الماء والمسماة جبالاً بحرية. وتشكّل الأخاديد أعمق المواقع تحت سطح الماء. وتنتج الجبال البحرية عن الانفجارات البركانية، وتتميّز بسفوحها الحادة، فيما يمكن أن يصل ارتفاعها إلى ٤٠٠٠ م فوق قاع المحيط.

كيف تشكّل القاع؟ منذ أواخر القرن التاسع عشر، طوّر العلماء عدّة نظريات لشرح كيفية تكوّن قاع المحيط. وقد حصلت نظرية الانجراف القاري على اهتمام كبير خلال بدايات القرن العشرين. وتقول هذه النظرية إنّ القارّات كانت بداية كتلة ضخمة من اليابسة يحيط بها محيط واحد. وقد تفتّتت الكتلة إلى قارّات تباعدت مع الوقت. وتفسّر النظرية

تطابق شكل الشاطئ الشرقي للأميركتين مع شكل الشاطئ الغربي لأفريقيا، بحيث تبدو القارّات الثلاث مثل قطع في أحجية الصور المقطوعة. وقد تشكّلت محيطات جديدة كالأطلسي والهندي جزءاً من هذا التباعد.

وقد رفض الكثير من العلماء هذه النظرية في البداية، لأنّ أحداً لم يستطع تفسير ماهية القوى التي دفعت بالقارّات إلى التباعد. وفي الستينات، ظهرت نظرية توسّع قاع البحر لتقدّم شرحاً. فهذه النظرية تقول إنّ قاع المحيط نفسه يتحرّك حاملاً القارّات معه، وإنّ الحركات الدائرية في أعماق غلاف Mantle الأرض - أي الطبقة السميكة من الصخور المنصهرة والحارة تحت قشرة الأرض - هي التي تجعل قاع البحر يتحرّك. وتحمل الحركات الدائرية في الغلاف، الصخور المنصهرة إلى جيود وسط المحيط، وتدفعها في الوديان المركزية في هذه الجيود. وحين تبرد هذه الصخور وتصلّب، تشكّل قاعاً جديداً يدفع القاع القديم والقارّات بعيداً عن الجيود.

وتجمع نظرية ثالثة، نظرية تكتونية الصفائح، أفكار النظريتين السابقتين وتضيف إليهما الكثير. بحسب هذه النظرية، تتألف قشرة الأرض من صفائح ضخمة وصلبة تتحرّك باستمرار حاملة معها قاع المحيط والقارّات. وتساوي الحركة النسبية لصفائحتين متجاورتين حوالي ١ إلى ١٠ سم في السنة. ويختلف تأثير حركات الصفائح في قاع المحيط والقارّات باختلاف اتجاه هذه الحركات. فتوسّع قاع البحر (نشوء قاع جديد) يحدث حيث تتباعد الصفائح، وتكون جيود وسط المحيط معالم المناطق التي تشهد هذه الظاهرة.

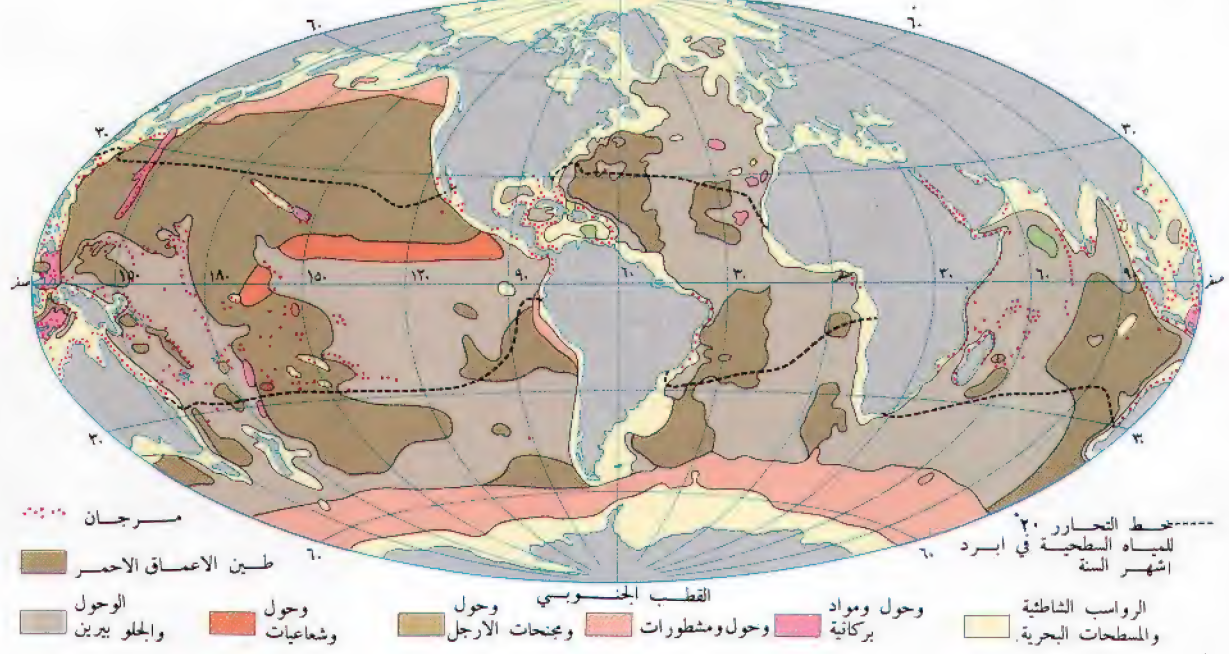
عندما تتباعد الصفائح في مكان، يجب أن تتقارب في مكان آخر. عندما تتصادم صفيحتان، ترتفع إحداها فوق الأخرى، فتشكّل جبلاً أو تدخل إحداها في الغلاف تحت الأرض فتتشكّل خنادق وبراكين. وتحصل الزلازل عند حدود الصفائح أو بالقرب منها. فعند هذه الحدود، تتباعد الصفائح أو تتصادم أو تنزلق بمحاذاة بعضها البعض. وترداد مساحة المحيط الأطلسي ببطء، فيما يضيق المحيط الهادي بسبب تكتونية الصفائح.

وتتألف القشرة المحيطية، وهي ذلك الجزء من قشرة الأرض الذي يشكّل قاع المحيط، من صخر صلب يسمّى البزلت. وتقع القارّات على القشرة القارية المؤلّفة إجمالاً من الجرانيت. وبما أنّ الجرانيت أخفّ من البزلت، تبدو القشرة القارية وكأنّها تطفو على الغلاف فوق القشرة المحيطية. ولأنّ أحواض المحيط غائرة، تستجمع المياه. وقد وضع العلماء عدّة نظريات لتفسير امتلاء الأحواض بالمياه في البداية. لكنّ معظمهم متفق أنّ الماء جاء من قلب الأرض، وأطلق بشكل بخار عبر البراكين. وحين بردت الأرض، تكثّف البخار وأنتج كميات من الماء هطلت أمطاراً وملأت الأحواض المحيطية.

استكشاف المحيط

لماذا نستكشف المحيط؟ مصدر للطعام والطاقة والمعادن والأدوية. وهو مهم للنقل والتجارة ورياضات التجديف والصيد والسباحة وغيرها. ويؤثر تفاعل المحيط والغلاف الجوي في ظروف المناخ والطقس. وتعتمد على المحيط في طرق كثيرة،

الترسبات البحرية



نلاحظ هنا انتشاراً واسعاً للطمي المحتوي على رواسب حيوانات منخرية وأخرى مجتحة الأرجل، وذلك في الأعماق البحرية التي تتراوح بين ٢٠٠٠ م و ٤٠٠٠ م وتقدر بـ ١٢٨ مليون كم^٢. هذا بالإضافة إلى الطين الأحمر والغرين ذي الرواسب الشعاعية، اللذين يترسبان في أعماق تزيد على ٤٠٠٠ م وتبلغ مساحتها ١٣٣ مليون كم^٢.

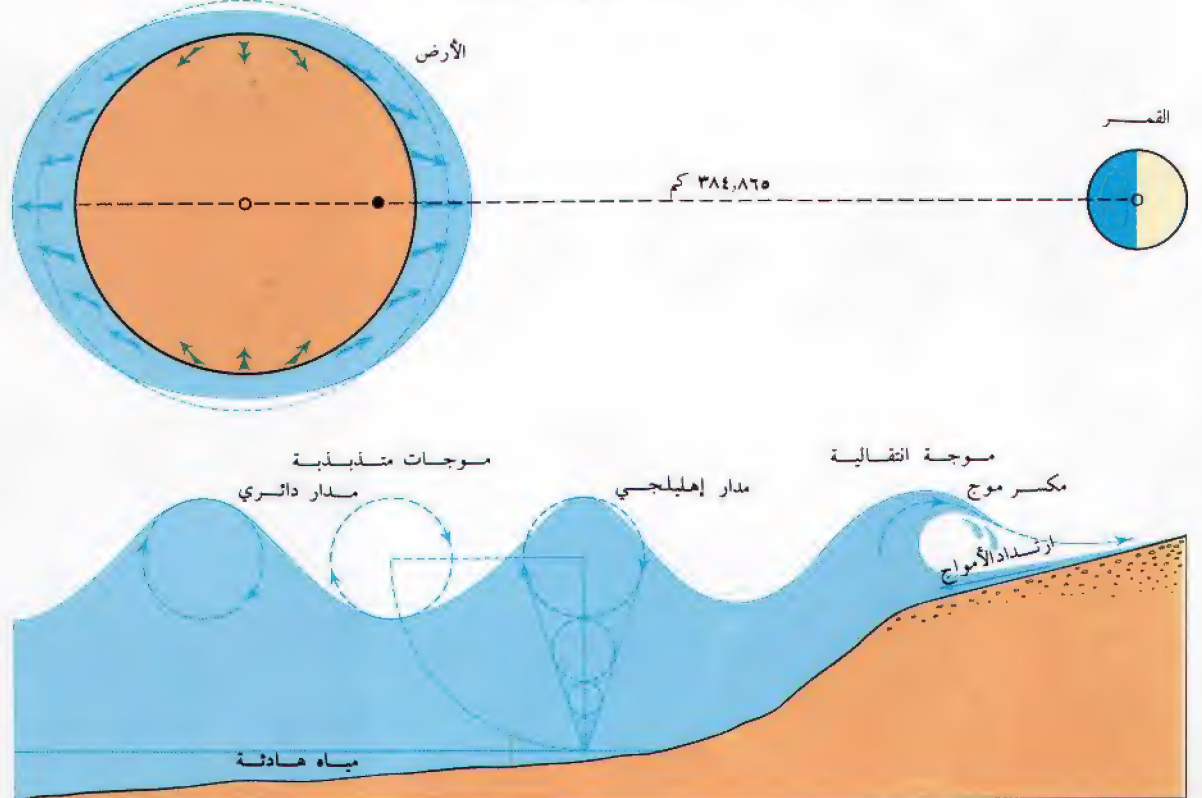
المؤلة من السفن. ويحمل بعض الغواصات طاقماً بشرياً، مثل الغواصتين الأمريكيتين ألفين Alvin وتورتل Turtle. ويعمل الفريق على تصوير القاع مستخدماً ذراعاً ميكانيكية تمتد خارج الغواصة. وتعمل الذراع على جمع العينات ووضع آلات البحث. ويرسل العلماء غواصات غير مأهولة تحمل آلات تصوير تلفزيونية يشغلها العلماء من سفن على سطح المياه. في العام ١٩٨٥، وجدت غواصتان غير مأهولتين، وهما أرجو Argo الأميركية وسار Sar الفرنسية، وحطام التيتانيك Titanic، سفينة الركاب البريطانية التي غرقت في المحيط الأطلسي في العام ١٩١٢. وقامت الغواصتان باستكشاف الحطام وجمع معلومات هامة عنه. وقد تحمل الغواصات غواصين إلى الأعماق يخرجون من المركبات ويستكشفون القاع مباشرة. وترسل الأقمار الصناعية المعلومات التي تجمعها المنصات العائمة وسائر الأدوات إلى

حرارة المياه وملوحتها. ويترك بعض المنصات لسنوات قبل أن تلتقط سفينة أبحاث الأدوات الموضوعية على الكبل، ويبدأ العلماء بتحليل المعلومات. وهذه المنصات العائمة تنجرف مع التيارات المحيطية السطحية، وتؤمن المعلومات حول الدورات المحيطية. ويمكن للمنصات العائمة أن تسجل ضغط الهواء أو درجة حرارة مياه الشاطئ. وقد ترسل المنصات المعلومات إلى العلماء عبر الأقمار الصناعية. وينجرف بعض المنصات مع التيارات إلى مستويات أدنى من سطح المحيط. ويستخدم الأوقيانوغرافيون سفناً مجهزة بالآلات تحفر قاع المحيط، وترفع عينات من الرواسب والصخر الصلب في القاع. وهذه العينات تفيد العلماء حول عمر القاع وتركيبه وتطوره. وتهبط الغواصات إلى أعماق المحيط لمراقبة تضاريس القاع التي لا يمكن أن تصلها الأدوات

على سفنهم، مثل آلات التصوير الخاصة بالأعماق التي تستعمل لتصوير القاع. وترسل آلات إلكترونية موجات صوتية، وتسجل الأصدا المرتدة على القاع لتحديد عمق المياه. من أقوى آلات التسجيل، تلك التي تلتقط الأصدا المرتدة من داخل قشرة الأرض، وهي تعطي العلماء معلومات عن تركيب القشرة. ومن الآلات ما يستعمل لجمع عينات من مياه البحر من أعماق مختلفة، وذلك لقياس درجات الحرارة والملوحة وخصائص أخرى. وتجمع شبكات تجرها السفن، عينات من الحياة البحرية لتخضع لبحوث لاحقة. ومن الأدوات ما يطفو على سطح الماء، كالمصصة العائمة Mooring Buoy، وهي مرتبطة بمرسة بواسطة كبل. توضع المصصة العائمة على سطح الماء أو على عمق معين، وتربط عدة أدوات إلى الكبل. من هذه الأدوات ما يقيس سرعة تيارات المحيط واتجاهها على أعماق مختلفة، ومنها ما يقيس درجة

ولذلك نريد أن نعلم كل ما نستطيع أن نعرفه عنه. وإذا استكشفنا المحيط ووسعنا معلوماتنا عنه، نتمكن من تحسين إدارتنا موارده. أدوات الاستكشاف: لكي يفهم العلماء المحيط بشكل أبسط، عليهم أن يجمعوا المعلومات حول ظروفه. ومن الأدوات التي يستخدمها الأوقيانوغرافيون في عملهم: سفن الأبحاث، غواصات الأبحاث، الأقمار الصناعية والكومبيوترات. يصل طول سفينة الأبحاث حوالي ٣٠ إلى ٩٠ م، وتضم مختبراً يسهل للعلماء بحنهم، وهم في البحر. ويسافر الأوقيانوغرافيون على سفن الأبحاث لمراقبة الظواهر المحيطية وإجراء القياسات. ويبقى كثيرون منهم في البحر لأسابيع أو شهور متواصلة. وكثيراً ما يعملون في بحار مائج أو في أماكن بحرية بعيدة. ويستخدم العلماء أنواعاً مختلفة من الأدوات

حركة المد والجزر



حركة المد والجزر، في البحار والمحيطات، سببها جاذبية القمر والشمس، بالإضافة إلى القوى النابذة الناتجة عن حركة دوران الأرض حول نفسها.

الموج هو نتيجة تأثير الرياح، على سطح المياه، التي ترسم مداراً على شكل حلقة ذات قطر متناقص كلما ازداد العمق.



موجة إعصارية تتجاوز ارتفاعها ٣٠ متراً



موجة متذبذبة



موجة إنتقالية «مكسر موج»



موجة مدار إهليلجي

الأوقيانوغرافيين على البرّ. وتصور الأقمار المحيط من مواقعها في مدارات حول الأرض، وتوزّع الجليد البحريّ ويقع النفط، وتشكّل الغيوم فوق المحيط. وتستخدم الأقمار أيضاً لرسم خرائط حرارية ولونية لسطح المحيط، وهذه الخرائط تساعد العلماء على دراسة التغيرات اليومية الطارئة على طرق التيارات المحيطية وأنماطها. ويزداد اعتماد الأوقيانوغرافيين، يوماً بعد يوم، على الأقمار الصناعية لأنها تقدّم معلومات أوسع وبسرعة أكبر مما هي الحال مع سفن الأبحاث.

وتساعد الكومبيوترات الأوقيانوغرافيين على جمع كميات هائلة من المعلومات الواردة من الأقمار الصناعية والأجهزة التي تحملها سفن الأبحاث وتحليل هذه المعلومات. ويستعمل العلماء الكومبيوترات لخلق نماذج، وهي تصورات رياضية، لحركات المحيط وتركيبه. وينكّب العلماء على دراسة النماذج لفهم ظواهر المحيط وتوقع تطورها واستيعاب تأثيرها على الغلاف الجويّ.

التيّارات البحرية

تيار اللابرادور

تيار اللابرادور هو تيار بحريّ بارد ينشأ في المحيط المتجمّد الشمالي. وبعد انضمام مياه خليج هدسون إلى التيار، يجري تيار اللابرادور على طول سواحل اللابرادور حتى يصل إلى نقطة قرب جزيرة نيوفاوندلاند حيث ينضم إلى الجولف ستريم. ويصل تأثير تيار اللابرادور حتى نيو انجلاند جنوباً. ويسدّ الجليد موانئ منطقة اللابرادور خلال ستة أشهر تقريباً من السنة، ويعود ذلك بنسبة كبيرة إلى تأثير هذا التيار البارد. لكن مرافئ الجزر البريطانية، التي تماثل منطقة اللابرادور من حيث العرض الجغرافي، تبقى مفتوحة للملاحة على مدار السنة. وعندما يلتقي الهواء البارد فوق تيار اللابرادور مع الرياح الدافئة والرطبة فوق الجولف ستريم، يتشكّل ضباب كثيف قبالة الساحل.

النينيو

النينيو هو تيار حارّ في المحيط الهادئ يجري جنوباً على طول الساحل الغربيّ لأميركا الجنوبية. ويسخن هذا التيار المياه الباردة طبيعياً قبالة ساحل الإكوادور والبيرو. ويظهر النينيو (El Niño، تعبير إسباني يعني الطفل) عادة قرابة عيد الميلاد. ويظهر هذا التيار الحارّ كلّ سنة تقريباً، ويستمرّ من كانون الأول أو كانون الثاني إلى آذار. لكنّ العلماء يستعملون عبارة النينيو لوصف حدث أطول، له تأثيرات واسعة.

اكتشف النينيو لأول مرة في أوائل القرن السادس عشر. ومنذ ذلك الوقت، ظهر بما معدّله مرة واحدة كلّ أربع سنوات. ويقضي الارتفاع في درجة حرارة المياه على الكثير من الأسماك والطيور البحرية، إذ يمنع المياه الباردة الغنيّة بالموادّ المغذية من الصعود إلى السطح. ويمكن أن يؤثر النينيو أيضاً في الشروط المناخية في أماكن أخرى من العالم. فقد سبّب النينيو القويّ الذي ظهر في العامين ١٩٨٢ و١٩٨٣ جفافاً شديداً في أستراليا وأندونيسيا وعدداً كبيراً بشكل غير اعتياديّ من العواصف في ولاية كاليفورنيا الأميركية. كما أنّه سبّب أمطاراً غنيّة وفيضانات مدّرة في الإكوادور والبيرو.

ويقول العلماء إنّ النينيو متصل بتغيّر في اتجاه حركات الهواء فوق المنطقة الاستوائية من المحيط الهادئ. ويؤدّي التغيّر في اتجاه الرياح إلى تغيير في حركة مياه المحيط ودرجة حرارتها، ما يؤدّي بدوره إلى فوضى أكبر في حركات الهواء والتيارات المحيطية.

فلوريدا



تيار الجولف ستريم كما أخذ من الفضاء الخارجي بواسطة الأقمار الصناعية

حرارة مياهه أقلّ بـ ٨° مئوية من درجة الحرارة الطبيعية لسطح المحيط الهادئ في ذلك العرض الجغرافي. ويعتقد معظم العلماء أنّ مياه التيار الباردة ناتجة بشكل رئيسي عن تأثير الرياح التي تبعد المياه السطحية الدافئة عن الساحل. ويؤدّي ذلك إلى صعود المياه الباردة إلى السطح. ويُعرف هذا التيار أيضاً باسم تيار هملولت.

تيار اليابان

تيار اليابان هو تيار دافئ داكن اللون يجري في غرب المحيط الأطلسي. ويُطلق أيضاً على هذا التيار اسم كوروشيو، وهو تعبير ياباني يعني التيار الأسود. ويؤثر تيار اليابان في المناخ فيدفعه في القسم الأكبر من مجراه. ويبدأ هذا التيار في بحر الفلبين، حيث ينفصل عن التيار الاستوائي الشمالي. ثم يمرّ أمام الساحل الشرقي لتايوان ويجري في اتجاه الشمال الشرقي باتجاه اليابان. وقرب اليابان، يغيّر التيار اتجاهه ويجري في اتجاه الشرق ويصبح ما يُعرف بامتداد تيار اليابان. ثمّ ينضمّ إلى تيار أويا البارد القادم من الشمال لتشكيل تيار شمال الهادئ.

في الصورة أعلاه التي التقطها القمر الصناعي الأميركي NOAA المخصّص للرصد الجوي، يمثّل اللون الأحمر والبرتقالي مياهاً حارة تتجاوز درجة حرارتها ٢٣° مئوية، بينما تمثّل الألوان الأرجوانية المياه الباردة التي لا تتجاوز درجة حرارتها ١٠° مئوية، وتبدو المياه المتوسطة الحرارة بالأصفر والأخضر والأزرق. ويصبح مجراه عندئذٍ أكثر اضطراباً، ويشكّل بعض تعرجاته حلقات دوامة حارّة (أ) وباردة (ب). يبرد الماء تدريجاً بإطلاقه الحرارة في الجوّ وامتزاجه مع مياه المحيط الباردة، ما يجعل القمر الصناعي يفقد أثره في وسط المحيط الأطلسي.

تشمل شبكة شمال الأطلسي تيارات أخرى كبيرة مثل التيار الاستوائي الشمالي وتيار شمال الأطلسي وتيار الكناري.

تيار البيرو

تيار البيرو هو تيار عريض بارد يجري على عمق قليل في المحيط الهادئ. ويجري هذا التيار ببطء في اتجاه الشمال على طول الساحل الغربيّ لأميركا الجنوبية. وقبالة ساحل البيرو، تكون درجة

الجولف ستريم

الجولف ستريم هو ثاني تيار في العالم من حيث كمية المياه التي ينقلها، وهو عبارة عن نهر من الماء الحارّ يساهم في نقل الطاقة الحرارية من المناطق الاستوائية إلى المناطق البعيدة عن خطّ الاستواء. ويشكّل هذا التيار السريع، الطرف الشمالي الغربيّ من شبكة كبيرة من التيارات التي تجري في اتجاه دوران عقارب الساعة في شمال المحيط الأطلسي. وللجولف ستريم تأثير كبير في المناخ والنقل البحريّ وحركة المغذيات والنفايات في المحيط.

وكان رجل الدولة والعالم الأميركي بنجامين فرانكلين من أطلق اسم الجولف ستريم على هذا التيار. وقد ظلّ فرانكلين أنّ التيار يبدأ في خليج المكسيك. لكنّ الجولف ستريم يتشكّل في الحقيقة في غرب البحر الكاريبي ويجري عبر خليج المكسيك ومضيق فلوريدا. ويجري التيار بعد ذلك شمالاً على طول الساحل الشرقي للولايات المتحدة إلى رأس هاتيراس Cape Hatteras في نورث كارولينا، حيث يغيّر اتجاهه ويجري في اتجاه الشمال الشرقي.

المدّ والجزر في المحيطات

يمكن اعتبار المدّ والجزر موجات قسرية يتحرك جزء منها، ويبقى الجزء الآخر ثابتاً. وتتجلّى هذه الموجات بحركات عامودية لسطح البحر (يسمى ارتفاعها الأقصى، المنسوب الأعلى للمياه وارتفاعها الأدنى، المنسوب الأدنى للمياه)، وبحركات أفقية متعاقبة لمياه البحر. وتسمى هذه الظاهرة بتيارات المدّ والجزر. وتُستعمل كلمتا انحسار وارتفاع على التوالي، كتعبير عن عمليتي الجزر والمدّ.

القوى المؤلدة المدّ والجزر

وهي القوى التي تتسبب بحركة المدّ والجزر. وهي حصيلة كلّ من قوّة الجذب القمرية أو الشمسية من جهة وقوّة القصور الذاتي (قوّة الطرد المركزي)، من جهة أخرى، والتي تنتج عن حركة الأرض في المدار حول مركز الثقل المشترك للنظام الأرضي-القمرّي أو الأرضي-الشمسي.

وإذا أخذنا في الاعتبار النظام الأرضي-القمرّي، فإنّ القوّة المؤلدة المدّ والجزر تتوجّه عامودياً إلى أعلى، في النقطتين من سطح الأرض، حيث يكون القمر على خطّ عامودي بالنسبة للأرض (في الجهة ذاتها وفي الجهة المقابلة من الأرض). وتتوجّه القوّة المؤلدة المدّ والجزر، عامودياً إلى أسفل في كلّ الأمكنة (وتشكّل دائرة)، حيث يكون القمر في تلك اللحظة على مستوى الأفق. وهناك مركّب أفقي أيضاً للقوّة المؤلدة المدّ والجزر، في كلّ الأمكنة الأخرى. ولما كان هذا النمط من القوى مقترناً بموقع القمر بالنسبة للأرض، ولما كانت عودة القمر إلى موقعه بالنسبة إلى مكان ما على الأرض، تستغرق في ما يتعلّق بهذا المكان، دورة مدّتها ٢٤ ساعة و٥٠ دقيقة وسطياً، فإنّ القوّة المؤلدة المدّ والجزر في مكان ما، تكون لها الدورة ذاتها. وعندما يكون القمر على سطح خطّ الاستواء، فإنّ القوّة المؤلدة المدّ والجزر، تمرّ خلال الفترة المذكورة في دورتين متطابقتين، بسبب تماثل النمط الشامل للقوى المفضّلة أعلاه. وبالتالي فإنّ دورة المدّ والجزر تستغرق في هذه الحالة ١٢ ساعة و٢٥ دقيقة، وهي فترة المدّ القمرّي نصف اليومي. إنّ تغيّر موقع القمر بالتناوب، مرّة إلى الشمال ومرّة إلى الجنوب من خطّ الاستواء، يسبّب اختلافاً بين الدورتين المتعاقبتين خلال الفترة الزمنية البالغة ٢٤ ساعة و٥٠ دقيقة. ويتمّ اصطلاحاً، تعريف أثر هذا الاختلاف بأنّه تطابق للمدّ الجزئي الذي يدعى المدّ القمرّي اليومي، والذي تستغرق دورته ٢٤ ساعة و٥٠ دقيقة، مع المدّ القمرّي نصف اليومي.

وتتسبّب الشمس بالطريقة ذاتها، بحدوث مدّ شمسي نصف يومي، لفترة ١٢ ساعة، ومدّ شمسي يومي مدّته ٢٤ ساعة. وفي وصف

كامل للتغيّرات المحليّة في قوى المدّ، فإنّ حركات مدّ جزئية أخرى تلعب دوراً لها، بسبب اختلافات إضافية بين دوران الأرض ودوران القمر، كلّ في مداره. إنّ تداخل قوى المدّ الشمسي مع قوى المدّ القمرّي (والقوى الثانية أكبر من الأولى بما يعادل ٢,٢ مرّة)، يتسبّب بالاختلاف المنتظم في نطاق المدّ بين المدّ الأعلى أي عندما يبلغ حدّه الأقصى، وبين الجزر المحاق، أي عندما يكون في حدّه الأدنى.

وعلى الرغم من أنّ القوى المؤلدة المدّ ضئيلة جداً إذا ما قورنت بقوّة جاذبية الأرض (تبلغ قوّة المدّ القمرّي في أقصاها $1,14 \times 10^{-7}$ مرّة قوّة الجاذبية، إلّا أنّ تأثيرها على البحر ملحوظ، بسبب مركّبتها الأفقي. وحيث أنّه لا يحيط بالأرض غلاف غير متقطع من المياه، ولتأثيرها على المياه، وبشكل غير منتظم، مساحات اليابسة والبحار، فإنّ ميكانيكيّة ردّ فعل المحيطات والبحار على قوى المدّ والجزر معقّدة جداً. يضاف إلى ذلك تعقيد آخر، تشكّله قوّة الانحراف الناتجة عن دوران الأرض.

وفي الأماكن المغلقة المكوّنة من الثغور والخلجان، يتولّد المدّ المحليّ، نتيجة للتفاعل مع حركات المدّ في المحيطات المفتوحة المجاورة. وغالباً ما يأخذ هذا المدّ شكل أمواج مدّ متحرّكة، تدور ضمن حدود الخليج أو الثغر. أمّا في بعض البحار نصف المغلقة مثل البحر المتوسط والبحر الأسود والبلطيق، فإنّ موجة ثابتة أو ارتفاع في مستوى المياه Tidal Seiche، يمكن أن يتولّد بواسطة القوى المحليّة الرافعة للمدّ Tide-Raising.

وفي تلك البحار، يبقى الاختلاف لمستوى سطح البحر، بين حركتي المدّ والجزر ضمن حدود السنتيمترات. أمّا في المحيطات المفتوحة، فإنّ هذا الاختلاف يبلغ عشرات السنتيمترات. إلّا أنّ نطاق المدّ في الخلجان والبحار المجاورة لها، يمكن أن يكون أكبر من ذلك بكثير، إذ إنّ شكل حوض الخليج أو البحر المجاور له، يمكن أن يعزّز المدّ في الداخل، كما يمكن أن يتسبّب مع المدّ، بحدوث ظاهرة الرنين. وتحدث أكبر عمليّات المدّ المعروفة في خليج فوندي، حيث تمّ تسجيل أعلى مدّ، بلغ ١٥ متراً.

البحر المتوسط

يُعتبر البحر المتوسط منذ القدم من أهمّ الطرق التجارية. وقد شهدت شواطئه الكثير من الحضارات القديمة، بما فيها حضارات مصر واليونان وفينيقيا وروما. وهو اليوم بجزره ومناطقه الساحليّة واحد من أكثر المناطق في العالم اجتذاباً للسياح.

الموقع والمساحة: تحيط اليابسة بالبحر المتوسط من جميع الجهات تقريباً، كما يدلّ على ذلك اسمه

باللاتينية ومعناه «الذي يقع في وسط اليابسة». فإلى الشمال من المتوسط، تقع أوروبا؛ وتأتي آسيا إلى الشرق منه؛ أمّا أفريقيا فتقع إلى الجنوب.

ويتّصل المتوسط بالمحيط الأطلسي من الجهة الغربيّة عبر مضيق جبل طارق. وهناك مضيق آخر هو الداردانيل ويصل البحر المتوسط من جهة الشرق ببحر مرمارا ومضيق البوسفور والبحر الأسود. وعلى الجهة الجنوبيّة الغربيّة، يفصل برزخ السويس ما بين البحر المتوسط والبحر الأحمر. وتعتبر هذا الشريط الضيّق من الأرض، قناة السويس وهي مجرى مائيّ صناعيّ.

يغطّي البحر المتوسط مساحة ٢,٥١٠,٠٠٠ كيلومتر مربع تقريباً. أمّا مساحة البحر الأسود، والذي يعتبره الكثيرون جزءاً من المتوسط، فتبلغ حوالي ٤٤٨,٠٠٠ كيلومتر مربع. وتبلغ عدّة تفرّعات للبحر المتوسط حدّاً من الاتساع يكفي لكي نعتبرها بحوراً، وهي تضمّن الأدرياتيكي والأيويني والتيراني وإيجيه.

إذا ما استثنينا البحر الأسود، فإنّ طول المتوسط يبلغ أكثر من ضعفي عرضه. ويبلغ المتوسط أقصى طول له، أي حوالي ٣٥٤٠ كيلومتراً، بين مضيق جبل طارق والإسكندرونة، بينما يبلغ أقصى عرض له بين ليبيا وكرواتيا، وهي مسافة تبلغ ١٦٠٠ كيلومتر تقريباً.

قاع البحر: إنّ سلسلة من المرتفعات تحت الماء بين صقلية وتونس تقسم البحر المتوسط إلى حوضين. والحوض الشرقيّ أعمق من الحوض الغربي. ويبلغ معدّل عمق المياه في المتوسط ١٥٠١ متر. كما يبلغ أقصى عمق لها ٥٠٩٣ متراً في منخفض يسمى الممرّ الهليني، ويقع بين اليونان وإيطاليا.

وكثيراً ما تقع الهزّات الأرضيّة في منطقة المتوسط، وعلى الأخصّ في اليونان وغربيّ تركيا. وقد تشكّل الكثير من الجزر في المتوسط نتيجة للثورات البركانيّة؛ وما يزال بعض البراكين يقذف حممه في المنطقة، كبراكين جبال إتنا وسترومبولي وفيزوف.

ويشرح علماء الأرض الهزّات الأرضيّة والنشاطات البركانيّة بنظرية الصفائح التكتونيّة، التي تقول بأنّ قشرة الأرض هي مؤلّفة من حوالي ثلاثين صفيحة صلبة تتحرّك ببطء وباستمرار. وتضغط حركات الصفائح التي تحمل أوروبا وأفريقيا وقاع البحر المتوسط على قشرة الأرض، وتمدّدها في منطقة المتوسط، متسبّبة بهزّات أرضيّة وثورات بركانيّة.

الساحل والجزر: تكثر الخلجان على سواحل المتوسط. وبالمقابل، تبرز داخل البحر عدّة أشباه جزر كبيرة، مثل شبه جزيرة إيطاليا وشبه جزيرة البلقان. وترتفع فجأة عن سطح الماء، تلال وعرة، على طول الساحل تقريباً.

أمّا سواحل مصر وليبيا فهي منبسطة، ويتجاور فيها البحر مع السهول. وتبلغ مساحة صقلية،

وهي كبرى جزر المتوسط، ٢٥,٧٠٨ كم^٢. أمّا الجزر الكبيرة الأخرى فهي من أكبرها إلى أصغرها: سردينيا، قبرص، كورسيكا وكريت.

المناخ: يبلغ معدّل حرارة سطح المياه في المتوسط حوالي ١٦[°] مثويّة، وقد تبلغ هذه الحرارة في الصيف ٢٧[°] مثويّة، ولكنها كثيراً ما تهبط إلى ما دون ٤[°] مثويّة. وتصبح الفروقات في درجة الحرارة ضئيلة جداً في منتصف المسافة إلى القاع وبقره، حيث تتراوح بين ١٢[°] إلى ١٥[°] مثويّة على مدار السنة.

إنّ هذه الكميّة الهائلة من المياه الدافئة تجعل من مناخ الأراضي المحيطة بها مناخاً معتدلاً وشبه استوائي. فالصيف في معظم بلدان المتوسط حارّ وجافّ، أما الشتاء فمعتدل وممطر. وهذه الظروف المناخية أصبحت تُعرف بـ«المناخ المتوسطي» مهما تكن البقعة من العالم التي تسيطر عليها. وفي كلّ من مصر وليبيا، يسود مناخ استوائي أكثر حرارة وجفافاً من المناخ المتوسطي النموذجي.

وتهبّ رياح حارّة تُعرف باسم «الشرقيّة» (الخماسين، الشلوّك) من أفريقيا باتجاه جنوب أوروبا عبر المتوسط. وفي الاتجاه المعاكس، تهبّ رياح باردة تدعى «المسترال» من فرنسا لواجهة البحر.

وتأتي مياه المتوسط بمعظمها من المحيط الأطلسي والبحر الأسود ومن تساقط الأمطار، كما تصبّ فيه عدّة أنهر كبيرة. ويتضمّن أكبرها نهر إيرو في إسبانيا والنيل في مصر ونهر البو في إيطاليا والرون في فرنسا. إلّا أنّ كميّة المياه الآتية من النيل قد شخّنت منذ سنة ١٩٦٤، عندما بدأ سدّ أسوان العالي في مصر بالحدّ جزئياً من تدفق مياهه.

إنّ المناخ الحارّ والجافّ يرفع من معدّل تبخّر مياه المتوسط، ما يجعلها أكثر ملوحة من مياه الأطلسي.

ويشهد معظم أجزاء المتوسط حركتي مدّ وحركتي جزر كلّ ٢٤ ساعة تقريباً. لكنّ معدّل الفارق في مستوى المياه بين المدّ والجزر هو بمقدار ٠,٣ متر. ويجري تيار قويّ من البحر الأسود إلى المتوسط، كما يتدفّق إليه تيار آخر من المحيط الأطلسي عبر مضيق جبل طارق. وتحت هذا التيار السطحيّ المقبل من الأطلسي، يجري في الأعماق تيار من المياه الكثيفة المالحة بالاتجاه المعاكس.

الأهميّة الإقتصادية: إنّ المناخ الدافئ والمناظر الخلابة والأهميّة التاريخيّة لمنطقة المتوسط تجذب الملايين من السياح في كلّ عام. وتعتبر الجزر اليونانيّة والريفييرا الفرنسيّة والإيطاليّة من أكثر المنتجعات السياحيّة شهرةً. ولا يشكّل البحر المتوسط مورد رزق واسعاً للتجارة بصيد الأسماك، لكنّه مصدر غذاء هامّ لسكّان المنطقة. إنّ الأسماك المتوافرة بشكل رئيسيّ

القديمة على شواطئ البحر حيث كانت الظروف ملائمة لتطوُّرها. وكان المناخ المعتدل، سبباً في تشجيع الشعوب على الاستقرار، كما كانت مياه البحر الهادئة والرياح المعتدلة في معظم أيام السنة، عاملاً في تسهيل الإبحار بشكل نسبي. يضاف إلى ذلك وجود الخليجان والكثير من الجزر التي كان البحارة يستعملونها كموانئ.

من المرجح أن تكون حضارة مصر القديمة، أولى الحضارات الكبرى التي ازدهرت في منطقة المتوسط. فقد انشأ المصريون حكومة وطنية موحدة منذ العام ٣١٠٠ قبل الميلاد، كما بدأوا باعتماد نظام للكتابة حوالي العام ٣٠٠٠ ق.م. وظهرت أول حضارة أوروبية هامة، وهي حضارة مينوى، على جزيرة كريت في تلك الفترة تقريباً. أما على البحر اليوناني، فقد ازدهرت حضارة أخرى سميت Helladic، كما أن إحدى مدن هذه الحضارة وتدعى «مسيني»^(١) قد بلغت حداً من العظيمة، جعل بعض المؤرخين يطلقون اسم الحضارة المسينية على الحقبة المتأخرة من الحضارة Helladic. وقد سيطرت السفن المسينية على المتوسط بحلول العام ١٤٥٠ ق.م. وقامت برحلات تجارية إلى مدن بعيدة أصبحت تعرف اليوم بلبان وسوريا.

وبعد العام ١٢٠٠ ق.م. تقريباً، بدأ الفينيقيون بالسيطرة على البحر المتوسط، منطلقين من مدنهم على الشاطئ الشرقي، إلى كل أرجاء المتوسط. وقد وصل البحارة الفينيقيون عبر مضيق جبل طارق، إلى المحيط الأطلسي. أمّا قرطاجة، وهي مدينة أسسها الفينيقيون، فقد أصبحت قوة بحرية كبيرة بعد حوالي العام ٦٠٠ ق.م. ومع حلول سنة المئة ميلادية، سيطرت الأمبراطورية الرومانية على كل شواطئ البحر المتوسط، فأطلق الرومانيون عليه اسم Mare Nostrum أي «بحرنا». وبقي البحر المتوسط أهم طريق بحرية في العالم لمدة قرون. ففي الحقبة ما بين سنتي ١١٠٠ و١٤٠٠، أصبحت المراكز التجارية المتوسطية، كمدن برشلونة والقسطنطينية (تعرف الآن بـ «إسطنبول») وجنوى والبندقية (فينيسيا)، همزة وصل بين أوروبا وآسيا، فكانت سفنها تنقل البضائع من الهند والصين عبر البحر إلى أوروبا. وقد أبحر البحّارة البرتغالي فاسكو دي جاما حول أفريقيا عام ١٤٩٧، ووصل إلى الهند في عام ١٤٩٨. ومنذ ذلك الوقت، بدأت السفن باستعمال هذه الطريق البحرية الأكثر سهولة، للوصول إلى الشرق، فتراجعت أهمية البحر المتوسط كممر للتجارة، وبقيت كذلك حتى أوائل القرن التاسع عشر. إن افتتاح قناة السويس سنة ١٨٦٩، جعل من المتوسط جزءاً من طريق بحرية، هي الأقصر بين أوروبا وآسيا. وقد بقي البحر المتوسط أحد أهم خطوط النقل البحري في العالم، حتى عام ١٩٦٧، عندما تمّ إغلاق قناة السويس بسبب الحرب العربية الإسرائيلية، إلى أن أعيد فتحها سنة ١٩٧٥.

وقد أصبح التلوث في البحر المتوسط مشكلة خطيرة. وأهم مصادره هي النفط، مجاري الصرف الصحيّة، الأسمدة الزراعية، مبيدات الحشرات والملوثات الصناعية بما فيها القطران، أكياس البلاستيك والنفايات التي تلقيها السفن والطائرات. ويأتي معظم الموادّ المسببة للتلوث، من المدن الساحلية أو من الأنهار التي تحمل الموادّ الملوثة من الداخل. ويهدّد التلوث الحياة البحرية في المتوسط، كما تهدّد المياه الملوثة، التجمّعات السكانية، إذ تتسبّب بانتشار أمراض التيفوئيد والتهاب الكبد وأمراض أخرى.

وفي سنة ١٩٧٦، رعى برنامج الأمم المتحدة للبيئة United Nations Environment Program (U.N.E.P)، معاهدة، سميت باتفاقية حماية البحر المتوسط من التلوث. وتُعرف هذه الاتفاقية أيضاً باسم اتفاقية برشلونة في إسبانيا حيث تمّ توقيعها. وقد صادق، على هذه المعاهدة، كلّ الدول المطلة على المتوسط. وتدير الأمم المتحدة برامج إنمائية لمشاريع تحدّ من تلوث البحر المتوسط وتتابع آثار التلوث فيه.

ال ٧,٥ ملايين سنة وال ٥,٥ ملايين سنة خلت. ففي تلك الحقبة، أغلقت حركة أوروبا وأفريقيا، مضيق جبل طارق، ثم أعادت فتحه عدّة مرات؛ وفي كلّ مرة، كان ينغلق فيها المضيق، كان البحر المتوسط يبدأ بالجفاف. وقد تكون، أيضاً، العصور الجليدية سبباً بانخفاض مستوى مياه الأطلسي، الأمر الذي حال دون عبور تلك المياه من المضيق إلى البحر المتوسط. وبعد فترة جفاف دامت حوالي الألف سنة، حلّت مكان المتوسط صحراء كبرى انتشر فيها بعض البحيرات المالحة. وبعد أن انفتح المضيق من جديد، اندفعت المياه من الأطلسي على شكل شلال هائل، فعاد امتلاء المتوسط، خلال فترة قاربت المئة عام.

وفي سنة ١٩٧٠، وجد العلماء أدلة تدعم نظرية الصحراء. إذ قام جيولوجيون على متن سفينة تدعى Glomar Challenger، بأخذ عيّينات من صخور في قاع البحر المتوسط. وتبيّن أنّ هذه العيّينات تحتوي على ترسّبات من الملح ومعادن أخرى تعرف بالـ Evaporites، ناتجة عن تبخّر المياه المالحة. إلّا أنّ بعض الباحثين يرى أن هذه الترسّبات قد تكون نجمت عن انخفاض حادّ في مستوى مياه المتوسط من دون أن يجفّ تماماً.

تاريخ البحر المتوسط: يعتقد الكثير من المؤرخين أنّ الحضارة الغربية قد وُلدت في منطقة المتوسط. فقد نشأت الحضارات

تتضمّن: البلم (الأنشوفة) والسردين والفريديس وسمك التون. وهناك أيضاً الإسفنج والمرجان. والبحر المتوسط طريق بحرية هامة تربط ما بين أوروبا والشرق الأوسط وآسيا. وتستعمل السفن قناة السويس كممرّ بين المتوسط والبحر الأحمر. وقد تمّ اكتشاف مخزونات من النفط والغاز الطبيعي في قاع المتوسط، لكن معظم هذه الموارد يبقى غير مستثمر.

كيف تكوّن البحر المتوسط؟

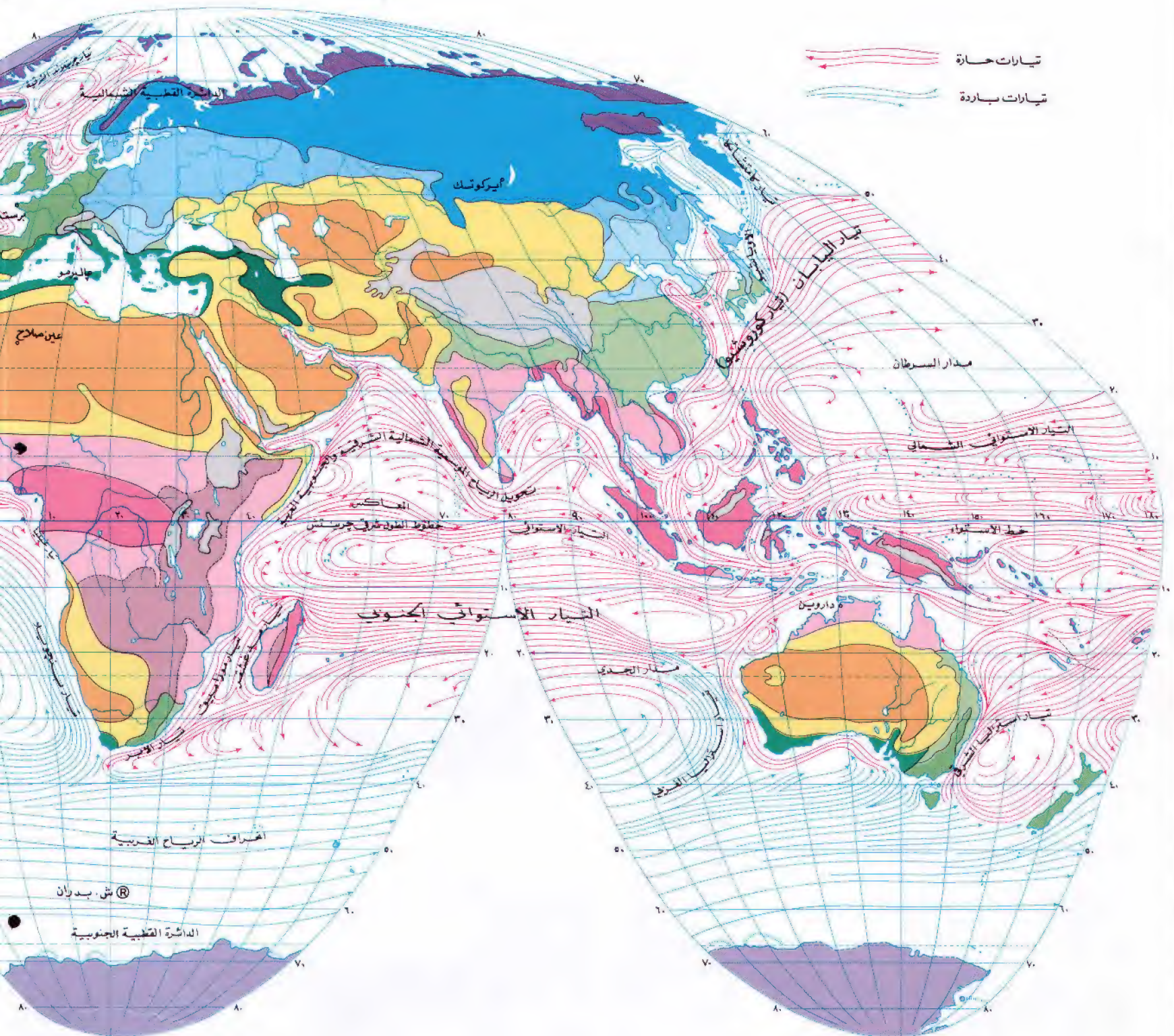
ويمكن تفسير عملية تكوين البحر المتوسط من خلال نظرية الصفائح التكتونية. فمنذ حوالي ٢٥٠ مليون سنة، كانت القارّات تشكّل كتلة واحدة من اليابسة تسمّى بانجيا. وعلى الساحل الشرقي لهذه الكتلة، كان هناك خليج هائل يسمّى بحر تيثيس، تطوّر في ما بعد ليصبح البحر المتوسط. ومع مرور الزمن، انقسمت بانجيا إلى عدّة قارّات أخذت تتجرف ببطء إلى مواقعها الحالية. وخلال عملية الانجراف، كانت كتلة أوراسيا تدور باتجاه عقارب الساعة، بينما كانت أفريقيا تدور في الاتجاه المعاكس. وقد تسببت حركة الكتلتين بفتح ممّ مائي في الطرف الغربي من البحر جعله يرتبط بالمحيط. ومنذ حوالي ٦٥ مليون سنة، أغلق دوران هاتين القارّتين الطرف الشرقي لبحر تيثيس إغلاقاً شبه تامّ، ما أعطى للمتوسط شكله الحالي. ويعتقد بعض علماء الأرض أنّ البحر المتوسط قد جفّ تماماً لعدد من المرات (حوالي ١٢ مرة)، في الفترة ما بين



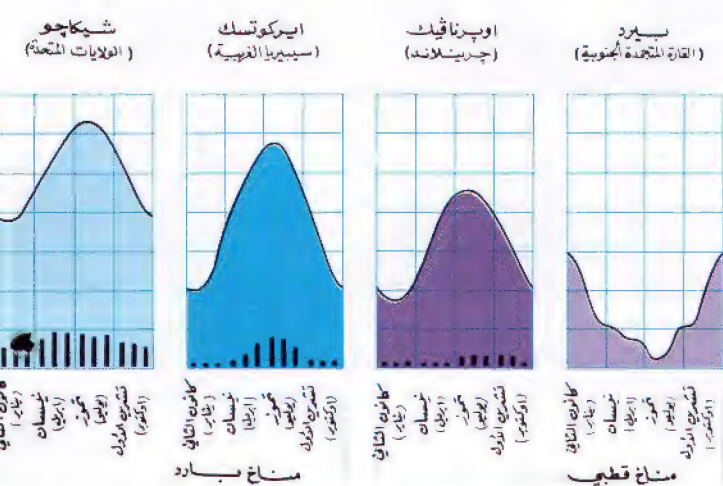
صورة أُخذت بواسطة الأقمار الصناعية من الفضاء الخارجي، وتبيّن بوضوح تدفق مياه المحيط الهادئ في البحر المتوسط عبر مضيق جبل طارق

(١) مسيني: حضارة ازدهرت في العصر البرونزي وتأسست وتألقت في عهد الحضارة الكريتية القديمة.

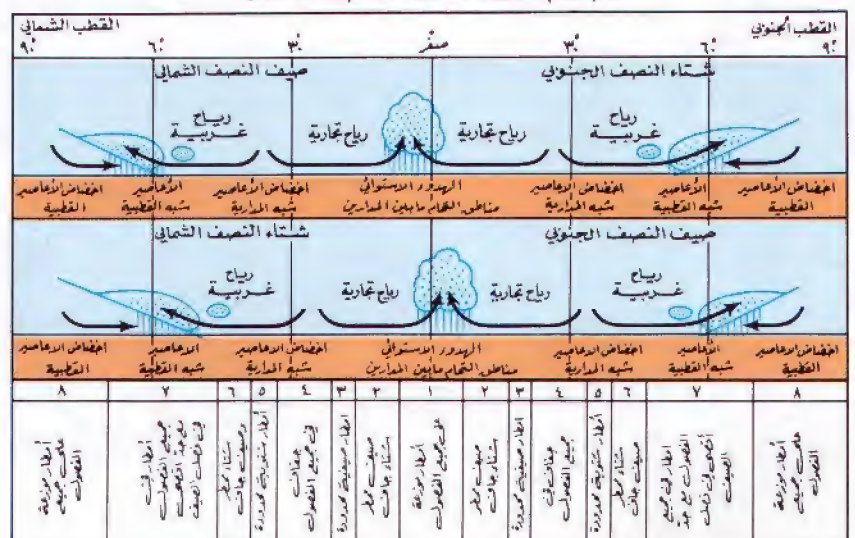
المناخ والتيارات البحرية

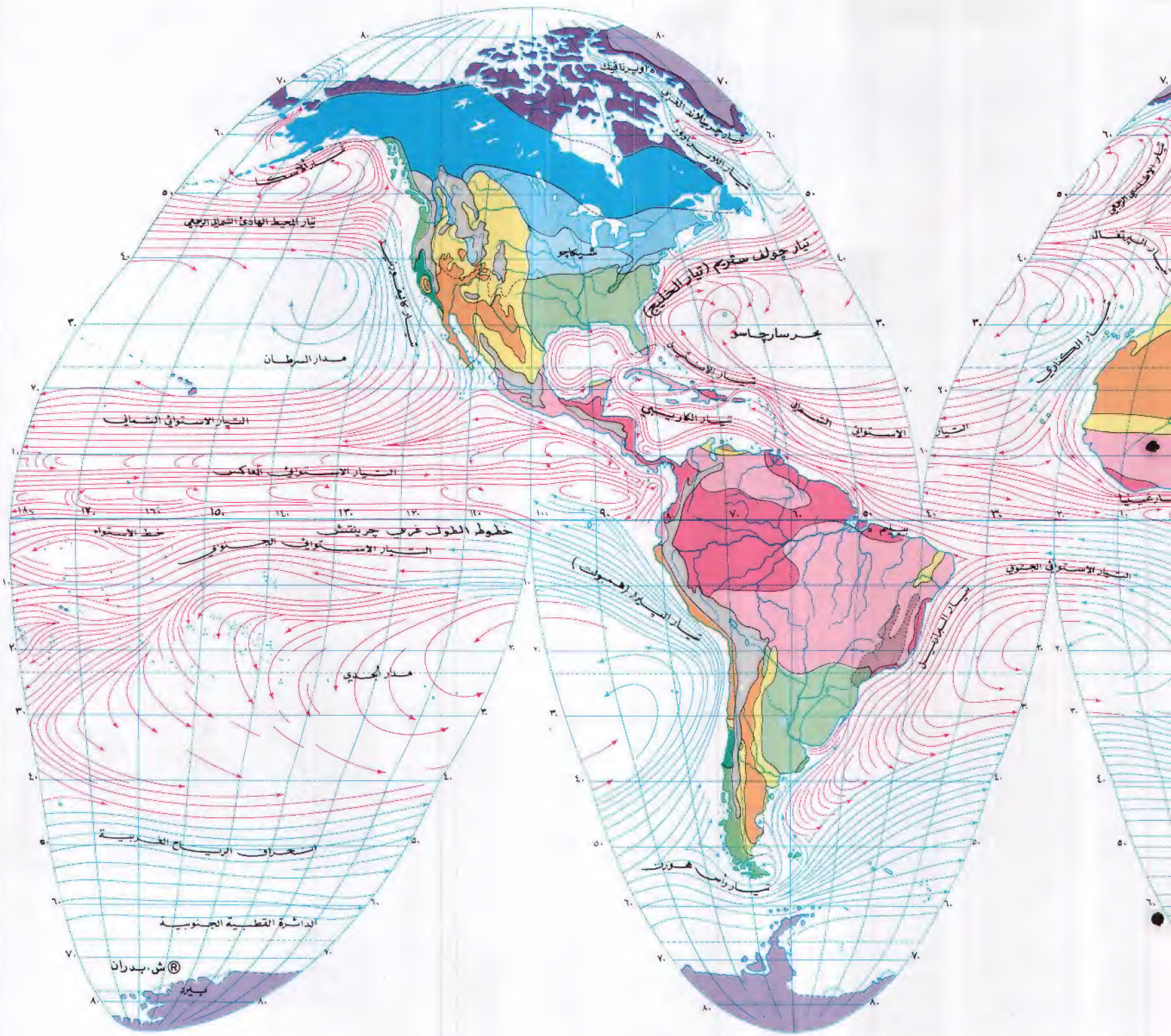


الحرارة والرطوبة



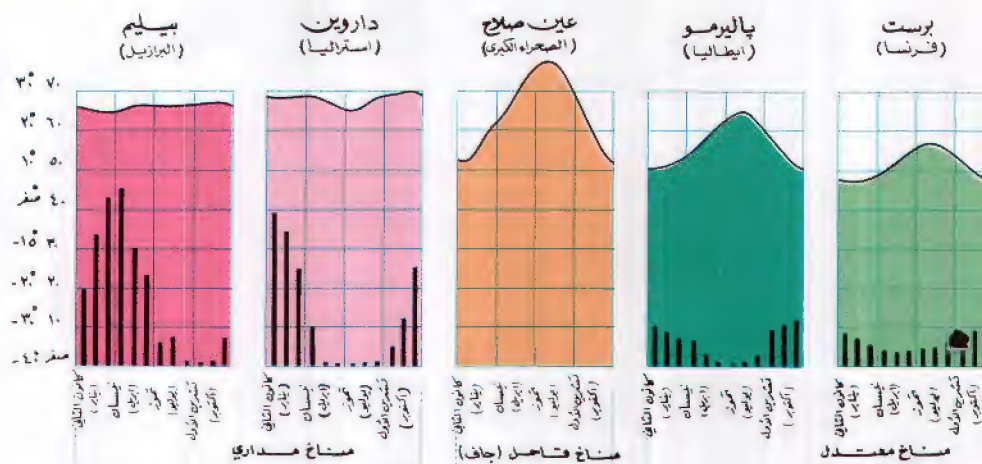
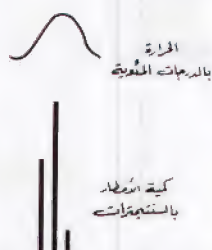
نظام تساوقت الأمطار

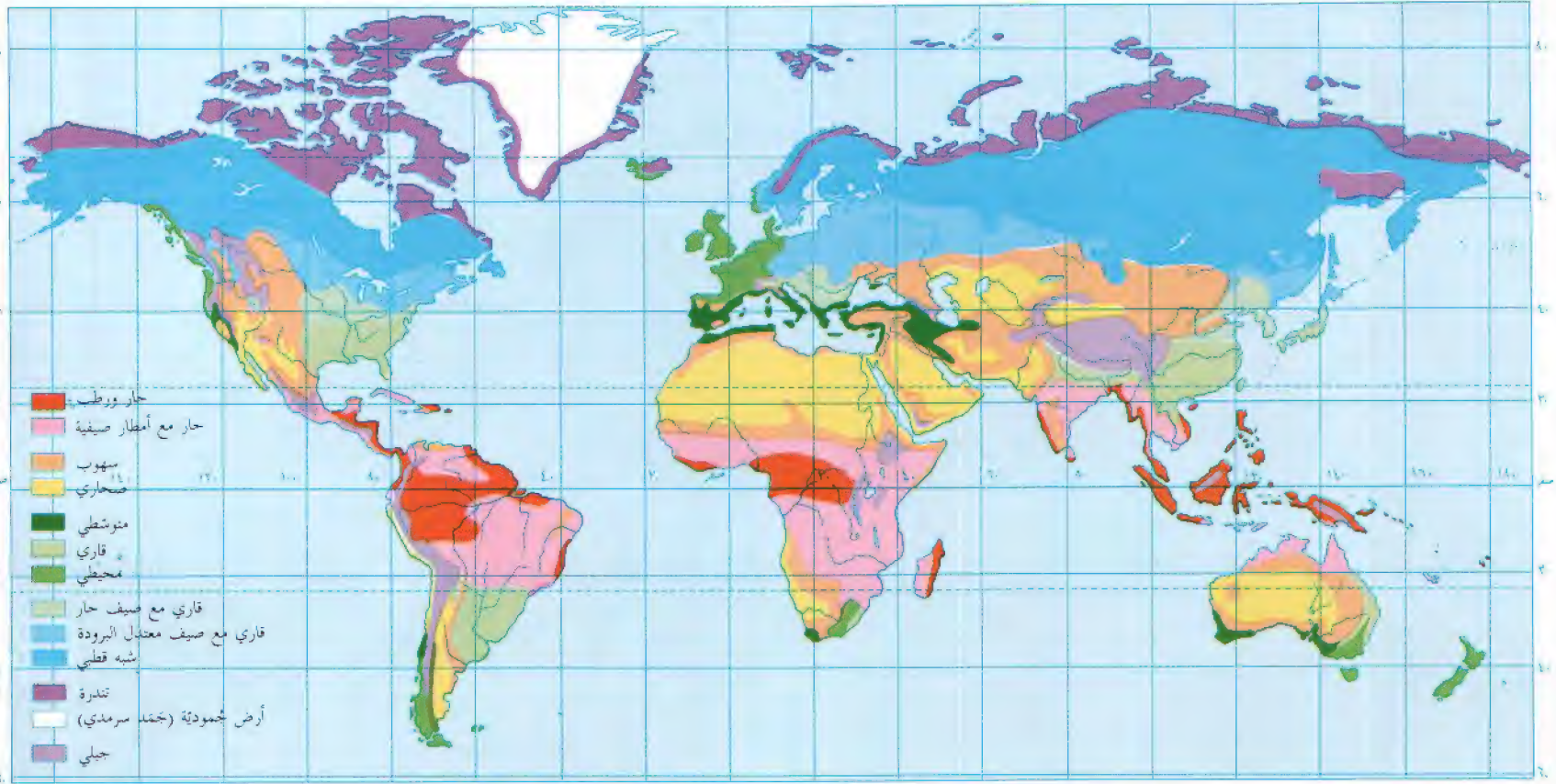




مميزات بعض المناطق المناخية

- المناخات المدارية
 - جاف ورطب
 - جاف مع أمطار صيفية
- المناخات القاحلة
 - سهوبية
 - صحاري
- المناخات المعتدلة
 - المعتدلة
 - القارية
 - المحيطية
- المناخات الباردة
 - القارية (البارد صيفاً)
 - القارية (البارد صيفاً)
 - شبه القطبية
- المناخات القطبية
 - التندرا
 - مناطق الجليد الدائم
- المناخات الباردة تحت المرتفعات الجبلية





المناح والنبات

النبات هو المكون الأساسي للبيئة الطبيعية المختلفة الموجودة على سطح الأرض. تتوقف الحياة النباتية على عوامل عدة، أهمها المناخ. تؤدي طاقة الشمس الحرارية إلى تكوين تيارات هوائية حارة وباردة تتسبب بقيام الرياح، التي تؤثر بدورها في التيارات المحيطية. إن التيارات الهوائية والمحيطية هي التي تحدد، إلى حد بعيد، توزيع الرطوبة، التي توفر مع أشعة الشمس أساس الحياة لكل أنواع النبات.

كلما كان المناخ حاراً ورطباً، كلما كان النبات وافراً ومتنوعاً. مع انخفاض الرطوبة، يقل عدد أنواع النباتات المتوفرة (غابات أشجار نفضية وغابات أشجار صنوبرية)، وتصبح النباتات، تدريجياً، أكثر جفافاً وقحولة، في المناطق المدارية (السفناء Savanna) وأيضاً في المناطق المعتدلة والباردة (أراض عشبية وسهوب)؛ إلى أن تصل، أخيراً، إلى المناطق الأكثر قحولة على سطح الأرض: الصحاري وقلنسوتي الجليد القطبيين.



الرياح الموسمية: سماء قائمة وأشجار ترتفع من حقول تحولت إلى بحيرات، سمات نموذجية للطبيعة الهندية عند هبوب الرياح الموسمية. تعوض الأمطار الغزيرة الجافة التي تهطل في أشهر الصيف جفاف فصل الشتاء. وعلى رغم الفيضانات المدمرة التي تتسبب بها، فإن هذه الأمطار ضرورية للزراعة ولحياة النبات.



المطر والنبات

يوضح الرسم البياني العلاقة بين كمية المطر والنبات. من الغابات الاستوائية، التي تسجل كمية أمطار سنوية تتعدى ٢٠٠٠ مم، يتغير الغطاء النباتي تدريجياً مع انخفاض كمية المطر إلى أن يصل في النهاية إلى النباتات الصحراوية.

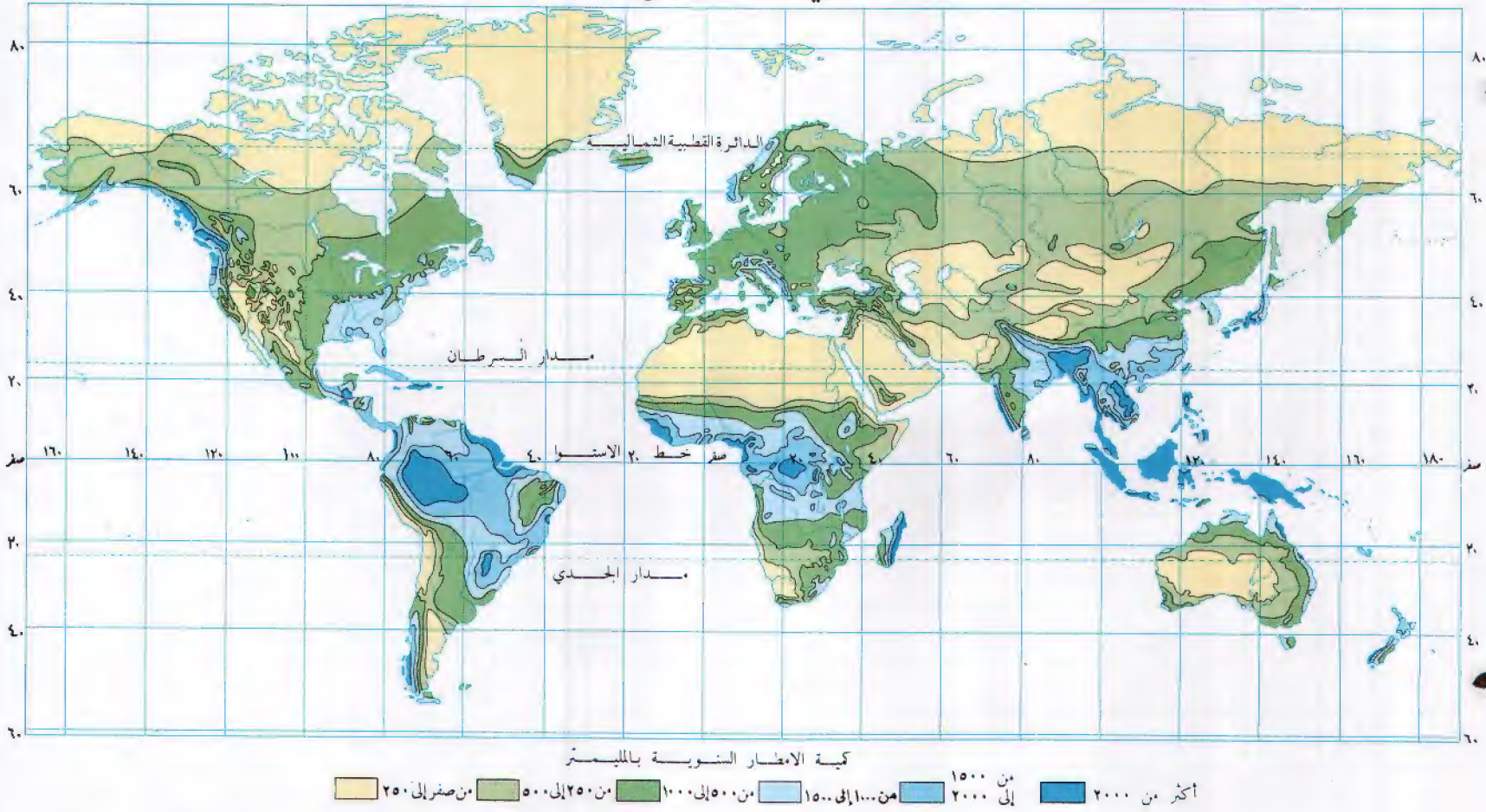


في القارة الأفريقية: يظهر الرسم البياني (أعلاه) المجموعات النباتية المختلفة الموجودة على التوالي من ساحل الأطلسي إلى ساحل أفريقيا على المحيط الهندي. من الملاحظ أن وجود الأجسام المائية، حتى في الأراضي الداخلية البعيدة عن البحر، يوجد ظروفاً مناخية محلية رطبة تؤدي إلى نمو وفرة من النباتات. كلما ابتعد المرء عن المحيطات أو عن البحيرات كلما أصبحت الظروف المناخية جافة وقاحلة، حتى الوصول إلى المناطق نصف الصحراوية والصحراوية.

نظرة عامة إلى النبات

هناك عدد من العوامل التي تحد من نمو النبات وتؤثر، تالياً، في التوزيع الجغرافي لأنواع النبات: كمية المطر وتوزيعه السنوي؛ نوع التربة؛ التعرض لأشعة الشمس؛ الحرارة؛ وغيرها. يطلق على هذه العوامل مجموعة اسم العوامل المناخية والطبيعية.

كمية الأمطار السنوية



المناخ

يشير المناخ إلى كَلى الأحوال الجوية خلال فترة زمنية. أما الطقس فهو حالة الجو خلال فترة زمنية قصيرة. يتغير الجو من ساعة إلى أخرى، ومن يوم إلى آخر، وحتى من سنة إلى أخرى. ورغم ذلك، أظهرت بيانات الأرصاد الجوية أنَّ أحوالاً جوية واضحة المعالم تسود مناطق مختلفة من العالم خلال فترات تساوي أو تتعدى ٣٠ عاماً. ويشكّل كَلى مجموعة من هذه الأحوال الجوية نوعاً مناخياً معيناً، وتسمى المنطقة التي يسودها نوع مناخي، الإقليم المناخي.

يسود الحرّ والأمطار، كَلى يوم تقريباً، في بعض مناطق العالم؛ تميّز هذه المناطق بمناخ استوائي ممطر. تسود البرودة وتغطّي الثلوج المناطق القطبية الأخرى معظم أيام السنة. ساهم الكثير من المناخات الأخرى والواقعة بين المناخين القطبي والاستوائي في جعل الكرة الأرضية كوكباً مميّزاً.

الميزات البارزة للأقاليم المناخية

للمناخ خاصتان بارزتان هما معدل الحرارة ومتوسط سقوط الأمطار. ونخصّ بالأهمية أيضاً التغيّرات اليومية والنهارية والليالية والفصلية للحرارة وتساقط الأمطار. وتشتمل مقوّمات المناخ على الرياح والرطوبة والغيوم والضباب.

لقد أثر المناخ على تطوّر الحضارات والمدن، وتأقلم الناس في شتى الأماكن وبأساليب مختلفة بالمناخات المحيطة بأماكن إقاماتهم.

وترتبط زراعة المحاصيل ارتباطاً وثيقاً بالظروف المناخية، وبكمية الأمطار المتوقعة ومدة الموسم الزراعي. يبدأ هذا الموسم من بداية زوال الجليد في

الربيع حتى أوائل ظهوره في الخريف. يواجه المزارعون أوقاتاً عصيبة عندما لا يتّبع الطقس نمطاً مناخياً نموذجياً، كذلك يعاني المستهلك ارتفاع أسعار المواد الغذائية.

أنواع المناخ

يتألّف النظام المناخي من ستّ مجموعات مناخية هي الإستوائية والحافة والمعتدلة والقارية والقطبية، وتلك التابعة للمناطق الشديدة الارتفاع. تلك المجموعات المناخية بدورها إلى أنواع مناخية. المناخ هو نتاج عوامل عدّة، نذكر منها موقع المنطقة من خطّ الاستواء ومدى ارتفاعها ومساحتها السطحية وكثافة أعشابها ومسافتها من المحيط وموقعها في القارة.

١ - المناخ الإستوائي

وهو نوعان: الإستوائي الممطر، والإستوائي الجافّ والممطر. فالمناخ الإستوائي الممطر لوسط أفريقيا ناتج من موقع الإقليم من خطّ الاستواء وتتركز على الجانب الغربي من القارة. وتقوم أشعة الشمس المتواصلة بإبقاء درجات حرارة الجو دافئة ومستقرّة في المنطقة. والجدير بالملاحظة أنَّ الوجود المستمر لمنطقة التقارب

البيمدارية^(١) Intertropical convergent zone حيث تلتقي وتتعاقب الرياح الشمالية والجنوبية لمنتصفي الكرة الأرضية، قد جلب للمنطقة امداداً ثابتاً من الهواء الرطب الصاعد وأمطاراً يومية تقريباً. وتعتبر المناطق التي يسودها مناخ استوائي ممطر كهواوي وغرب أفريقيا الإستوائية، من الأماكن التي يمكن التنبؤ بأحوالها الجوية إلى حدّ بعيد. فالأمطار تتساقط بعد ظهر كَلى يوم تقريباً، ويزيد المعدل السنوي لتساقط الأمطار عن ١٥٠ سنتيمتراً، كما تتفاوت درجات الحرارة خلال اليوم أكثر من

اختلافها خلال السنة. كذلك تتراوح درجات الحرارة المعتدلة البرودة قبل بزوغ الفجر ما بين ٢٠ و٢٣ مئوية. كما تتراوح درجات الحرارة بعد الظهر ما بين ٣٠ و٣٣ مئوية. وبالكاد يمكن التمييز بين الفصول، نظراً لأنّ معدل الحرارة الشهري يتفاوت بين ٢٥ و٢٨ مئوية.

وتتواجد المناخات الإستوائية الممطرة في نطاق يمتدّ حوالي ١٠ مئوية من كلّ جانبي خطّ الاستواء. وتسيطر باستمرار منطقة التقارب البيمدارية المحيطة بالرطوبة على هذا القسم من الكرة الأرضية.

تتعرّض المناطق الواقعة خلف المدار الإستوائي الممطر، لسيطرة منطقة التقارب البيمدارية خلال جزء من السنة فقط. يسود هذه المناطق مناخ استوائي ممطر وجافّ، ولديها ثلاثة فصول: فصل معتدل البرودة وجافّ ناتج عن وجود منطقة التقارب البيمدارية في منتصف الكرة الأرضية المقابلة، وفصل حارّ وجافّ عند اقتراب هذه المنطقة، وفصل حارّ وممطر عند وصول منطقة التقارب البيمدارية حتى عبورها خطّ الاستواء مجدداً. تقع هاوانا (كوبا) وكالكونا (الهند) وسهل سيرنجنبي الأفريقي (تانزانيا) في المناطق الإستوائية الممطرة والحافة.

٢ - المناخ الجافّ

أما المناخ الجافّ فنوعان: القاحل وشبه القاحل. ورغم تساقط الأمطار المحدود في المناخ الجافّ، ثمة مناطق أخرى لا تساقط فيها الأمطار إطلاقاً. يتلقّى معظم المناطق القاحلة من ١٠ إلى ٣٠ سنتيمتراً من الأمطار كَلى سنة. بينما تتلقى المناطق شبه القاحلة كمية أمطار كافية لنموّ الحشائش في نطاق شاسع. وتتفاوت درجات الحرارة اليومية والموسمية إلى حدّ كبير في هاتين المنطقتين. وتقع أشدّ البقع سخونة في العالم ضمن المناخات القاحلة، إذ بلغت درجة الحرارة في بلدة العزيزية في ليبيا الواقعة في شمال

أفريقيا ٥٨ مئوية في تاريخ ١٣ أيلول سنة ١٩٩٢. وتعتبر درجة الحرارة هذه أقصى ما سجلته الأرصاد الجوية.

تعتبر صحراء أتاكاما في التشيلي والواقعة على الساحل الغربي لجنوب أميركا، واحدة من أقفل الأماكن على الأرض. تقع بلدة أريكا في هذه الرقعة ويبلغ المعدل السنوي لتساقط الأمطار فيها حوالي ٠,٠٥ سم، تبقى المياه الباردة والصاعدة من محيط المناطق الساحلية على درجة كافية من البرودة، وتلفّ المنطقة بالضباب معظم الأوقات. يتكوّن الضباب في جوّ مستقرّ حيث هطول الأمطار بعيد الاحتمال. وتقوم الجبال الواقعة في الداخل بحبس مكوّنات الضغط العالي مسببة بانخفاض هوائي يعزّز احتمال هطول الأمطار.

تقع المناطق القاحلة وشبه استوائية كالصحاري الأفريقية وأدغال أستراليا الداخلية ما بين منطقة التقارب البيمدارية والمناطق المتوسطة المسافة من خطّ الاستواء، والتميّزة بمكوّنات ضغط منخفض. ينخفض الهواء في هذه المناطق، ما يحول دون تشكّل الغيوم الممطرة. تميّز المناخات القاحلة وشبه قاحلة بتوسط مسافتها من خطّ الاستواء، ويتكوّن مناخها عندما تقوم الجبال الواقعة في منتصف القارة بحجب الهواء الرطب. يسود مدينة دنفر، كولورادو والسهول الواسعة للولايات المتحدة هذا النوع من المناخ الجافّ.

٣ - المناخان القاريّ والمعتدل

تقع المجموعة المناخية المعتدلة والقارية بين خطّي عرض ٢٥° و ٧٠°، وتسمّى أيضاً الإقليمين المعتدلين وتتميّزان بمواسم باردة.

تتميّز المناطق القارية بشتاء بارد وثلوج تستمر طويلاً، وبموسم زراعية قصيرة وتسمّى بالمناطق الإنتقالية أي يسودها مناخ يتوسط المناخ المعتدل

(١) بيمدري: واقع بين مداريّ السرطان والجدي.

والقطبي. ونظراً للتطاحن القائم بين الكتلات الهوائية الإستوائية والقطبية للمناخات المعتدلة والقارية، يزيد التفاوت السنوي لمعدلات الحرارة عن التفاوت النهاري الليلي. ويتغير المناخ حسب الموقع من خط الإستواء والمركز الجغرافي للقارة.

ويتميز الإقليم المعتدل المسمى المتوسطي والواقع على الشواطئ الغربية بين دائرتي عرض ٣٠° و ٤٠° وعلى طول شواطئ البحر المتوسط، بصيف معتدل الحرارة وشتاء قصير ممطر. ويسيطر ضغط الهواء شبه الإستوائي والمصحوب بانخفاض هوائي في فصل الصيف، وينتج عنه سماء صافية وليال معتدلة البرودة وأمطار خفيفة. (لم تهطل الأمطار إطلاقاً في شهر تموز فقط منذ أكثر من مئة عام في مدينة القدس الواقعة شرق البحر المتوسط)، وتهب الرياح الغربية من البحر خلال الشتاء، وتجلب معها الأمطار في ظل اعتدال في درجات الحرارة.

تتعرض الجوانب الشرقية للقارات لنوع معتدل من المناخ يسمى بالشبه استوائي الرطب. يستبد الحز والرطوبة خلال الصيف، بينما يتخلل الشتاء فترات من البرد القارس في سافانا في جورجيا، وشانجهاي في الصين، وسيدني في أستراليا. ويتنشر هطول الأمطار بشكل متساوٍ خلال السنة إذ يبلغ إجمالي تساقط الأمطار حوالي ٧٦ إلى ١٦٥ سم. أما الأعاصير والعواصف الشديدة فهي اعتيادية.

يصبح الطقس في كلا جانبي القارة معتدل البرودة إجمالاً كلما ازداد البعد عن خط الإستواء. تتمتع مدينتا سياتل في واشنطن وويلينجتون في نيوزيلندا بمناخ نموذجي معتدل يسمى المناخ البحري للشواطئ الغربي حيث يسود شتاء أطول وأكثر برودة من المناخ المتوسطي. تساقط الأمطار خلال ثلثي أيام الشتاء ويبلغ معدل درجة الحرارة حوالي ٥° مئوية، كما تساقط الأمطار خلال فصول الصيف المعتدلة، بما أن سيطرة المنطقة شبه استوائية ذات الضغط العالي لم تكتمل بعد.

ويشهد المنتصف الشمالي للكرة الأرضية ثلاثة أنواع من المناخ القاري: صيف حار وصيف معتدل البرودة وشبه قطبي شمالي^(٢). يتميز فصل الصيف بالبرودة المعتدلة عادة، وغالباً ما يتخلله فترات حارة، بينما يتميز الشتاء بانخفاض درجات الحرارة وتساقط الثلوج. وتسيطر الرياح الباردة المقبلة من المنطقة القطبية الشمالية، والمدفوعة بواسطة مكونات ضغط مرتفعة هائلة وقارية على طقس الشتاء. تأقلم سكان هذه المنطقة على قساوة الجو مع مرور الزمن. توفي الكثير من جنود نابليون من البرد القارس حين تراجعوا من روسيا عبر تلك المنطقة في شتاء عام ١٨١٢.

إن تنوع حالات الطقس في الأقاليم القارية المناخ قد جعلها بين أروع مناطق العالم، إذ تكتسي الغابات الواسعة حلة من الألوان الباردة في فصل الخريف في أروع مشهد سنوي قبل قدوم الشتاء حيث تساقط أوراق الأشجار. وتتكون العواصف الرعدية والأعاصير - والتي تعد من بين أقوى الظواهر

الطبيعية - في الربيع والصيف حيث يتفاقم التضارب بين الكتل الهوائية القطبية الشمالية والإستوائية.

٥ - المناخ القطبي

يوجد نوعان من المناخ القطبي ضمن نطاق الدائرة القطبية الشمالية والدائرة القطبية الجنوبية، هما التندرة والقلنسوة الجليدية^(٣). تتميز أقاليم التندرة المناخية بصيف قصير وبكثرة النباتات والحيوانات. ويبلغ معدل درجات الحرارة بـ ١٠° مئوية على الأكثر في تموز. كذلك تنتشر الأهرار البرية في الطبيعة، وتعود جماعات الطيور مجدداً لتغذي من الحشرات والأسماك، وتغذي الحيتان من المخلوقات الصغيرة. عاش الاسكيمو في إقليم التندرة منذ آلاف السنين.

باستثناء الثدييات الشديدة القدرة على الإحتمال والطيور، لا يعيش في مناطق القلنسوة الجليدية التابعة للمنطقتين القطبيتين الشمالية والجنوبية سوى قلة من الكائنات. ونادراً ما ترتفع درجات الحرارة فوق نقطة التجمد، حتى في فصل الصيف. ويساعد الوجود المستمر للجليد على إبقاء الجو بارداً، حيث يقوم هذا الأخير بعكس أشعة الشمس مجدداً نحو الجو. وتبقى السماء صافية وتساقط القليل من الأمطار خلال السنة.

٦ - مناخ المناطق الشديدة الارتفاع

ثمة نوعان من المناخ في المناطق الشاهقة هما: النجد Upland والجبلية Highland. يسيطر المناخ النجدي في السهول الواسعة المرتفعة بينما يسيطر المناخ الجبلي في الجبال. ويشبه تسلق الجبل المرتفع الاتجاه نحو القطبين، فالمناخ في قاعدة الجبل استوائي ككيليمانجارو في أفريقيا، بينما هو قطبي في قمته. وغالباً ما يختلف المناخ من جانب إلى آخر من الجبل.

ومما لا ريب فيه أنه ليس هناك ما يسمى مناخاً منتظماً، إذ تظراً على كل إقليم مناخي تغيرات صغيرة تسمى المناخات المحلية Microclimates، ويعزى سبب المناخات المحلية إلى سمات الأرض كالبحيرات والأشجار والمدين. وتمتص أبنية المدن الضخمة كميات هائلة من الطاقة الشمسية، ويرتفع معدل درجة الحرارة في المدينة أكثر من معدلات الحرارة في المناطق المكشوفة. أحدثت منطقة البحيرات الكبرى في أميركا الشمالية تأثيرات مناخية محلية وجوهرية. فقد تميزت المدن القائمة على الجانب الجنوبي لبحيرة أونتاريو الواقعة بين كندا والولايات المتحدة بكثافة غيومها وكثرة ثلوجها وفاقته بذلك المدن الواقعة شمال البحيرة.

الإختلافات المناخية

تتبدل أحوال الجو من يوم إلى آخر خلافاً للمناخ الذي يتغير خلال مئات أو آلاف السنين أو أكثر. إن وجود القسم الثلجية القطبية كدلائل على أن الكرة الأرضية لا تزال في العصر الجليدي حالياً. ويعتقد الكثير من العلماء بأننا لا نزال في العصر

البيجليدي^(٤) حيث أدت درجات الحرارة الدافئة إلى انكفاء منطقة القلنسوة الجليدية إلى أنثراكتيكا وإلى الكثير من الجزر القطبية الشمالية. ويحتمل تقدم الجليدة مجدداً بعد بضعة قرون.

ثمة دلائل جيولوجية تشير إلى أن المناخ كان مختلفاً تماماً منذ زمن غير بعيد. وقد وجدت المستحاثات^(٥) الصدفية للمخلوقات البحرية القديمة في الصحاري. وتشير هذه المستحاثات إلى أن البحر كان يغطي معظم المنطقة الصحراوية منذ حوالي ٤٠٠ مليون سنة.

لقد أثبتت الدلائل الأخرى والمختلفة المصادر التصور القائل بأن مناخ الكرة الأرضية قد تغير مرات عدة. وتشير أحافير أوراق الشجر إلى أن هناك احتمالاً أن تكون النباتات التي تنمو حالياً في المناطق الإستوائية كانت في ما مضى منتشرة في كل أنحاء اليابسة.

من ناحية ثانية، تشير الأحافير إضافة إلى تشكيلات اليابسة والمستنقعات Moraines - وهي سلسلة صخور وبقايا أخرى ساهمت الأنهار الجليدية في عملية ترسيبها - إلى أن القلنسوة الجليدية كانت قد غطت أربع مرات على الأقل مساحات واسعة من منتصف الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي خلال ٥٠٠ مليون سنة الماضية. ابتداءً من العصر الجليدي الأكثر حداثة منذ حوالي مليوني سنة، وبدأ بالإنحسار منذ حوالي ١٨,٠٠٠ سنة.

يعتقد العلماء بأن انحراف محور الأرض وشكل مدارها حول الشمس قد لعبا دوراً في اختلاف المناخ على الأمد الطويل. ورغم اعتقادنا أن تكون العوامل الكوكبية ثابتة، إلا أنها ليست كذلك بل تتغير ببطء مع مرور الوقت، ويمكنها أن تؤثر على كمية الطاقة التي تصل إلى بقاع العالم خلال مواسم السنة.

كذلك تحدث الإختلافات المناخية خلال أوقات قصيرة، وتسبب تقلبات في إنتاج الطاقة الشمسية. وبمقدور الانحرافات البسيطة في كمية أشعة الشمس التي تصل الأرض أن تؤثر على درجات حرارة الكرة الأرضية. تقترح إحدى النظريات الشائعة غير المثبتة بأن مناخ الأرض متعلق بعدد البقع الشمسية المتواجدة على سطح الشمس. ولا حظ العلماء تزامناً للفترة الهادئة غير الاعتيادية لنشاط البقعة الشمسية مع العصر الجليدي الصغير Little Ice Age للقرنين السادس عشر والسابع عشر. وقد تم تحديد ذلك عبر دراسات لحفلات من الأشجار وجدت منذ أكثر من ٣٠٠ سنة. ترتبط السماكة السنوية لهذه الحفلات بكمية النمو السنوي للأشجار المرتبطة بدورها باختلافات المناخ.

يتميز بعض الإختلافات المناخية بكونه متوقعاً تقريباً. تنجم إحدى هذه الإختلافات المناخية من جزاء دفء المياه السطحية للأجزاء الشرقية الإستوائية من المحيط الهادئ. ويطلق على هذا الدفء بـ"النينيو" El Niño. تهب الرياح التجارية في السنوات العادية بشكل ثابت عبر المحيط من الشرق إلى الغرب، وتسحب معها المياه السطحية الدافئة في الاتجاه نفسه. وينتج عن ذلك نشوء طبقة ضخمة من المياه الدافئة في شرق المحيط الهادئ وتراكم للمياه الدافئة في الغرب. تتردد الرياح العادية كل بضع سنوات، وتعكس تيارات

المحيطات ويزداد عمق المياه الدافئة في شرق المحيط الهادئ. ويؤدي هذا بالتالي إلى حدوث تغيرات مناخية مفاجئة. كذلك ينخفض تساقط الأمطار في أستراليا وجنوب آسيا. وتضرب العواصف الإستوائية جزر المحيط الهادئ والساحل الغربي لأميركا الشمالية والجنوبية. ينتهي النينو خلال سنة تقريباً وتعود الأنظمة المناخية إلى طبيعتها مجدداً.

المناخ - نظرة مستقبلية

ييدي الكثير من العلماء اهتماماً بالغاً بما قد تسببه الأنشطة البشرية من تغيرات خطيرة على مناخ الأرض. ويبدو أن درجات الحرارة حول الأرض قد ارتفعت قليلاً منذ أواخر سنة ١٨٧٠. والجدير بالذكر أن أدفاً خمس سنوات خلال ١٣٠ سنة الماضية ابتدأت في أوائل الثمانينات. ويشير هذا الاتجاه الدافئ إلى ازدياد ظاهرة امتصاص الطاقة الضوئية الصادرة عن الشمس Greenhouse effect. وتعرف هذه الظاهرة بكونها الآلية التي بواسطتها يتمكن ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والغازات الأخرى في الغلاف الجوي من امتصاص بعض الطاقة الضوئية عند انعكاسها من سطح الأرض، وبنسبة ذلك تبقى الأرض دافئة. إن أي تغيير يطرأ على مكونات الغلاف الجوي يمكنه أن يبدل ظاهرة امتصاص الطاقة الضوئية، وبالتالي جعل الأرض أكثر دفئاً.

إن عملية احتراق الوقود الناجمة عن تشغيل المصانع والسيارات إلى جانب إتلاف الغابات الإستوائية قد زادت من كمية ثاني أكسيد الكربون في الجو بنسبة ٢٠ بالمئة خلال المئة عام المنصرمة. كذلك ازدادت كمية الميثان^(٦) الناتج عن انحلال المواد النباتية والحيوانية وكمية الكلوروفلوروكربون المستعمل في عمليات التبريد، وفي المرشحات الزراعية. ويقدر ما تزداد نسب هذه الغازات في الجو بقدر ما ترتفع درجة حرارة الأرض. وسوف تستمر درجة حرارة الأرض في الارتفاع ما لم تتخذ الإجراءات الوقائية للحد من ذلك.

ويخشى علماء الأرصاد من ازدياد درجة حرارة الكرة الأرضية إلى حد يبدأ معه ذوبان الثلج القطبية خلال بضعة عقود مقبلة. وقد ينجم عن ذلك ارتفاع بمستوى سطح البحر يؤدي إلى فيضانات شديدة في المناطق الساحلية. كما يمكن أن يزيد من تساقط الأمطار في بعض المناطق وينخفض كثيراً في مناطق أخرى. ويحتمل أن تصبح المناطق الزراعية مناطق صحراوية.

ويتفق الخبراء بأنه من الضروري العمل على تخفيض كميات الغازات التي تزيد من امتصاص الطاقة الضوئية المناسبة إلى الجو. أمّا العوامل المهمة في تحقيق ذلك، فهي تخفيض كمية الوقود المستعملة والقيام بإيجاد وتطوير البدائل لمادة الكلوروفلوروكربون.

لقد تغير المناخ لمئات عدة خلال تاريخ الأرض. وكانت هذه التغيرات تحدث ببطء طوال آلاف السنوات الماضية. والجدير بالملاحظة أن النشاطات البشرية قد ابتدأت بالتأثير على المناخ في هذا القرن فحسب، ولم ندرک مؤخراً سوى ما يمكن أن يخلفه ذلك من عواقب.

(٢) قطبي شمالي: مجاور للمنطقة القطبية الشمالية.

(٣) القلنسوة الجليدية: منطقة تكسوها الثلوج والجليد بصورة دائمة.

(٤) البيجليدي: عصر بين زمنيين حاليين.

(٥) المستحاث: بقايا حيوان أو نبات من عصر جيولوجي سالف مستحجرة في أديم الأرض.

(٦) الميثان: غاز ذو رائحة خفيفة يتشكل بفعل تحلل بعض المواد العضوية. تصل نسبته في الغاز الطبيعي حتى ٩,٨٪.



الجانج، نهر الهند المقدس

تبيّن الصورة إلى اليسار سهل نهر الجانج كما يبدو من على ارتفاع ٢٣٠ كم (أُخذت الصورة في تشرين الأول ١٩٦٨ من يوليو ٧). في القسم الأيسر من الصورة، تغطي الغيوم جزءاً من سلسلة جبال الهيمالايا حيث ينبع الجانج في الشمال على علو ٤٥٠٠ م تقريباً، بعد جريانه ٢٧٠٠ كم والجترافه مدناً كبيرة مثل الله آباد وفارانازي (بنارس) (تظهر الصورة أعلاه الجانج في فارانازي)، يصب الجانج في خليج البنجال في دلتا تبلغ مساحتها ٧٥,٠٠٠ كم^٢.



أن تتأمن بعض المستلزمات، مثل كمية كافية من الماء، الذي يمكن أن يأتي من الهواطل الجوية أو من ذوبان الثلج والجليد، ومعدّل انحدار مناسب يسمح للماء بالجريان في اتجاه أنهار أخرى ومنها إلى البحيرات أو إلى البحر، وإنفاذية سطحية منخفضة كي لا يمتص الماء عندما يجري فوق سطح الأرض. يجري الماء الذي لا تمتصه الأرض فوق المنحدرات، ثم يتجمّع في جداول صغيرة، يقوم بعضها، لثمنه بقوة حت أكبر، بحفر مجارٍ أعمق وضّمّ جداول أخرى مجاورة له. هكذا يتشكل الجدول الذي يكبر أكثر فأكثر ليصبح نهراً في النهاية.

الأنهار

تبدو اليابسة للناظر إليها من الطائرة مغطاة بعدد كبير من الخيوط الفضية المتوتية المختلفة العرض، التي تجري معاً في بعض الأماكن وتشكّل شبكة معقّدة. هذه الخيوط هي مجاري المياه والأنهار والجداول التي تشكل عوامل أساسية في تطور صفحة الأرض، فهي تغيّرها بشكل متواصل بالحت والجرف والترسيب. إن مجاري المياه ضرورية للإنسان، فهي تمنحه المياه، أثمن الهبات على الإطلاق.

في سبيل أن تتوافر المجاري المائية في منطقة ما، يجب

منعطف من الريو جراند

يعرف الريو جراند في المكسيك باسم ريو برافو ديل نورته، وهو يعرّف الحدود بين الولايات المتحدة والمكسيك، لمسافة طويلة تمتد من إلياسو إلى خليج المكسيك.

نهر الكونجو (زائير) (أدناه إلى اليسار)

تحيط الغابة الاستوائية تماماً بنهر الكونجو (زائير) الذي يتميّز ببطء في خطوط منحنية ليصبّ في النهاية في المحيط الأطلسي. تشكل هذه التمعّجات خاصية مميزة لأنهار المناطق الواطئة البطيئة الجريان وبعض الأنهار التي تجري في الأودية. إلى جانبي النهر، تظهر بعض التمعّجات المنفردة، وهي بقايا من تمعّجات كبيرة انفصلت عن النهر لتكوّن بحيرات صغيرة لها شكل حدوة نموذجي.

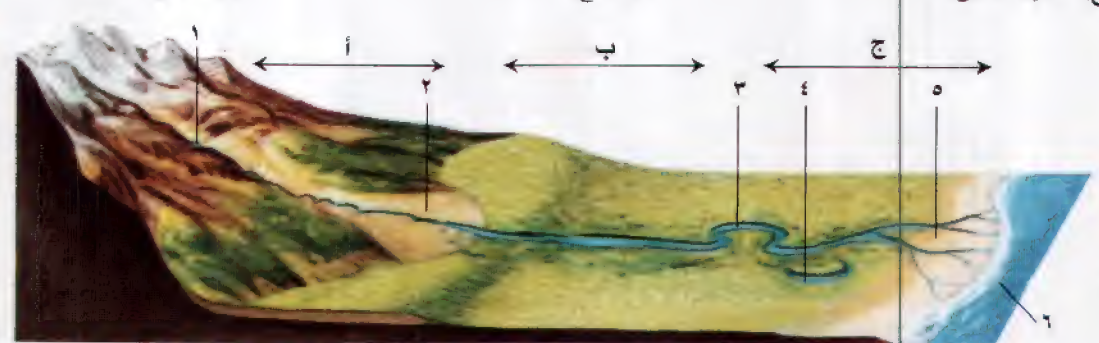
يعتبر نهر الكونجو، الذي كان يدعى في السابق نهر زائير، واحداً من أكبر أنهار العالم، نظر إلى طوله الذي يبلغ ٤٢٠٠ كم، وهو يأتي في المرتبة الثانية من حيث مساحة الحوض (٣,٨٢٢,٠٠٠ كم^٢) بعد نهر الأمازون.

مجرى النهر

- (أ) المجرى الأعلى.
- (ب) المجرى الأوسط.
- (ج) المجرى الأدنى.

- (٤) تمعّج مقطوع عن النهر.
- (٥) الدلتا.
- (٦) البحر.

- (١) الوادي.
- (٢) مروحة غرينية.
- (٣) تمعّج.



الأمازون

أعطى الإسبان هذا الاسم للنهر في القرن السادس عشر. فعندما دخل الإسبان للمرة الأولى الغابات الاستوائية، تعرضوا لهجوم من هنود لهم شعر طويل، فحسبهم الإسبان نساء محاربات، مثل شعب الأمازون المذكور في الميثولوجيا اليونانية. يبلغ طول الأمازون ٦٤٣٦ كم، ما يضعه في المرتبة الثانية بين أنهار العالم الكبرى، ولكنه يحتل، من دون أي منازع، المرتبة الأولى من حيث معدل التدفق. على مسافة ٦٠٠ كم تقريباً من المحيط، يتجاوز معدل دفع النهر ٣٢٠٠٠٠٠٠ م^٣ من الماء في الثانية. قبل أن يصب في الأطلسي، ينقسم النهر إلى عدد من الروافد تفصلها جزر رملية يتغير شكلها باستمرار بفعل المواد التي ينقلها النهر ويخلفها عند مصبه.



تعويم ازناد الخشب في نهر

شي - جيانج (إلى اليسار)

هناك أنهار عدة مهمة في الصين. ويشكل اليانج تسي كيانج والهووانج هو (النهر الأصفر) اثنين من أكبر الأنهار الصينية. يحمل الهوانج هو هذا الاسم، بسبب الكميات الكبيرة من المواد الطممية الصفراء التي تحملها مياهه. والحقيقة أن النهر يجري عبر بعض السهول التي تغطيها تربة اللوس، وهي مادة صخرية صفراء طرية جداً تتشكل نتيجة لترسب رمل صحراوي دقيق جداً، تحمله الريح وتخلفه في السهول.



الرين (أعلاه) يُعتبر الرين، الذي يجري عبر عدد من البلدان الأوروبية، نهراً ألمانياً بشكل أساسي، فقد كان له دائماً دور مهم في تاريخ ألمانيا واقتصادها.

شلالات النيل الأزرق (إلى اليسار) ينبع النيل الأزرق من بحيرة تانا في أثيوبيا، ثم يتحد بالنيل الأبيض في مدينة الخرطوم لتشكيل النيل الحقيقي. نشأت الحضارة المصرية ونمت على طول هذا النهر الذي يبلغ طوله ٦٦٨٠ كم.

الميسيسيبي، أبو جميع الأنهار (أدناه) أبو جميع الأنهار هو الاسم الذي كان يطلقه الهنود الأميركيون على نهر الميسيسيبي، الذي يبلغ طوله مع رافده، المسوري، ٦٢٦٠ كم. ويشكل النهر معلماً مهماً وبارزاً من طبيعة الولايات المتحدة تمتد من جبال الروكي إلى خليج المكسيك.



الأنهار

تحمل أنهار الأرض الماء الذي يحتاج إليه البشر والحيوانات والنباتات للحياة؛ كما أنها تؤمن النقل، والقوة المائية. وتعلمت الدول المختلفة كيف تستغل قوة الأنهار ببناء سدود لتوليد الطاقة الكهربائية، مثل السدود على نهر الفولجا. وتشكل الأنهار أيضاً قوة طبيعية أساسية تساهم في تشكيل سطح اليابسة. وتصرف الأنهار الماء الزائد إلى البحر، وترسب التربة والصخور لخلق مساحات جديدة، وتحت التكوينات البرية. خلقت الأنهار معالم مذهشة مثل دلتا النيل في مصر والجراند كانيون في الولايات المتحدة.

الأنهار والنشاط البشري

ساهمت الأنهار من نواح عدة في نشأة الحضارات البشرية. فقد بنت الشعوب الأولى بلداتها وقراها قرب مجاري الأنهار. ووجد الناس في هذه المواقع الماء والطعام، ووسيلة للنقل، وحماية من الأعداء. وتطورت هذه المستوطنات في الكثير من الأحيان لتصبح مراكز مدينتية كبيرة تشهد حركة تجارية ناشطة. وقد تأسس معظم المدن الكبيرة في الشرق الأوسط والهند وآسيا وأوروبا وأمريكا الشمالية والجنوبية، قرب أكبر الأنهار في القارات المختلفة.

وتبع استيطان الأراضي الجديدة في جميع أنحاء العالم، مجاري الأنهار. فقد وصل المستوطنون إلى داخل الأراضي في الأنهار مستخدمين الأطواف أو الزوارق، أو انتقلوا براً عبر وديان الأنهار. وشكلت الوديان الخصبة أرضاً زراعية جيدة، روّتها الأنهار

والجداول وأخصبها. وكانت البلدات تُبنى في الأماكن التي توفر فيها الأنهار وسيلة لنقل البضائع وقوة محركة للطواحين.

ولا يزال الناس يعتمدون اليوم على الأنهار لتأمين معظم حاجتهم من الماء. فالمدن المتزايدة الحجم تحتاج يومياً إلى كميات هائلة من الماء للاستهلاك الصناعي والمنزلي. وتولد السدود الكهربائية ملايين الفولتات من الكهرباء، التي تلبي حاجات المناطق المدنية والريفية من الطاقة. وفي المناطق الجافة وشبه الجافة، تستعمل مياه الأنهار لري الأراضي الزراعية.

غير الإنسان في بعض الحالات مجاري الأنهار وسرعة جريانها. فللحصول على أكبر فائدة ممكنة من هذه الموارد الطبيعية، يغير الإنسان الأنهار بواسطة مشاريع هندسية؛ فيزيد عرض المجاري وعمقها، ويسويها للتحكم بسرعة الماء وجريانه. يبني المهندسون الأحواض والسدود ومسارب الفيضان للتحكم بالفيضانات. وتحول هذه المنشآت دون فيضان مياه الأنهار، وتحد من مدى الضرر الذي يلحق بالبلدات والأراضي الزراعية المجاورة. وبني المهندسون كذلك قنوات مجهّزة بهويسات (لرفع السفن أو خفضها من مستوى إلى آخر) وسدود، لتمكين السفن والمراكب من تجاوز الشلالات والمنحدرات. وفي بعض الحالات، يحفرون قنوات لربط الأنهار بأجسام مائية أخرى. ويُعتبر طريق سان لوران البحري، الذي يشكل جزءاً من الحدود بين الولايات المتحدة وكندا، أحد أفضل الأمثلة على مثل هذه المشاريع. ويتألف الطريق البحري من مجموعة من

السبل المائية والقنوات العميقة والهويسات تمتد على ٣٧٦٩ كيلومتراً. ويربط هذا الطريق البحري البحيرات الكبرى الخمس في كندا والولايات المتحدة بالمحيط الأطلسي، ويؤمّن ١٥,٢٨٨ كيلومتراً من السبل المائية الصالحة للملاحة.

ويمكن أن تلجئ الأنشطة البشرية ضرراً بالأنهار. فالصناعات، مثل صناعة الورق وتوليد الطاقة النووية، تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه. وتلوث الفضلات والمياه الساخنة التي تطلقها هذه المصانع، الأنهار والجداول، ويمكن أن تؤذي أو تلتف الحياة النباتية والحيوانية التي تعتمد على السبل المائية. وقد أصبح الكثير من المجاري المائية ملوثاً بسبب مياه المجاري أو الأسمدة والمبيدات الكيميائية التي تتسرب إلى الماء من الأرض المحيطة. وفي بعض المناطق، زاد إتلاف الأراضي العشبية والغابات في مستجمعات الأمطار من مشكلة الفيضانات، وجعل المجاري موحلة وملأ البحيرات بالغرين (الطين). وفي مناطق أخرى، أدت الحواجز أو السدود التي بُنيت للتحكم بفيضان النهر، إلى تفاقم المشكلة. فإذا خُفضت سرعة جريان النهر أكثر من اللازم، يتلىء مجرى النهر تدريجياً بالغرين فيصبح ضحلاً وأقل قدرة على نقل الكمية نفسها من الماء. ونتيجة لذلك، يصبح النهر غير قادر على تصريف الماء الإضافي في الفترات التي تشهد أمطاراً غزيرة، فيفيض على ضفافه بسرعة أكبر مما كان يحدث قبل إنشاء الحواجز والسدود.

كيف تجري الأنهار؟

يبدأ النهر كغدير، أو جدول رقيق، على أحد

المنحدرات. وقد يأتي ماؤه من الأمطار أو الثلج أو ينبوع أو ذوبان الجليدات. وفي جريانه إلى أسفل المنحدر، تتحد به غدران أخرى لتشكيل جدول. ثم تتجمع عدة جداول لتشكيل جدول أكبر حجماً يتسع ليصبح نهراً. ويزداد حجم المياه في هذا المجرى حتى يصبح أخيراً نهراً.

وعلى طول المجرى، يتلقى النهر الماء من الجداول التي تصب فيه، وتُعرف بالروافد. ويؤلف النهر وروافده نظاماً نهرياً أو شبكة نهريّة. وتُعرف المنطقة التي يصرف النظام النهريّ مياهها، بالحوض. ويفصل حدّ فاصل بين مناطق تصريف الجداول المتجاورة. وتتغذى الأنهار أيضاً من المياه الجوفية - ماء تسرب داخل الأرض بدلاً من الجريان فوق السطح. يصب هذا الماء في النهر بصورة مطّردة، وأحياناً عبر ينابيع جوفية.

لجميع الأنهار تقريباً، مجرى علويّ ومتوسط وسفليّ. ويتميّز كلّ منها بصفات خاصة. يبدأ المجرى العلويّ في المرتفعات، حيث يكون النهر صغير الحجم؛ ويتدفق عادة بسرعة واختلاط، ويشق ممراً ضيقاً في التلال أو الجبال الصخرية. وقد يدرج النهر في جريانه السريع صخوراً ضخمة. ويشكّل النهر شلالاً حيث يحفر الطبقات الصخرية الطرية، تاركاً الصخر الصلب أو المقاوم للحث، الذي يشكّل جرفاً يسقط من فوقه الماء. ويتدفق النهر بسرعة كبيرة فوق الطبقات الصخرية المتحدرة. وعندما يتبع تكوين صخري صلب خطاً محدداً في منطقة ما، تشكّل جميع الأنهار التي تقطعه، شلالات. ويُعرف هذا

نهر الدانوب: ثاني أطول أنهار أوروبا بعد الفولجا. ينبع من جبال الغابة السوداء في غرب ألمانيا، ويجري على مسافة ٢٨٥٠ كم ليصب في البحر الأسود. ويقطع الدانوب تسعة بلدان فيتحوّر اسمه عدة مرات. ففي ألمانيا والنمسا يُسمى الدوناو، وفي سلوفاكيا الدوناج، وفي هنغاريا الدونو، وفي كرواتيا وصربيا وبلغاريا الدوناف، وفي رومانيا الدوناريا، وفي أوكرانيا الدوناي. لعب الدانوب دوراً حيوياً في نشوء المدن والبلدات، وفي التطور السياسي في بلدان أوروبا الوسطى. فقد شكّلت ضفافه المليئة بالقصور والقلاع، الحدود بين امبراطوريات عظيمة، واستخدمت مياهه معبراً تجارياً حيوياً بين الأمم. وقد ألهم النهر الموسيقيين مقطوعات رائعة مثل «الدانوب الأزرق»، القالس الشهيرة التي وضعها يوهان شتراوس الابن في العام ١٨٦٧ والتي أصبحت رمزاً لينا الامبراطورية. وبقي النهر حتى القرن العشرين ممراً تجارياً هاماً ومصدراً للطاقة الكهربائية، لا سيما أجزاؤه العليا. وقد اعتمدت المدن الواقعة على النهر، ومنها عواصم وهي فيينا (النمسا) وبودابست (هنغاريا) وبلجراد (صربيا)، على هذا الشريان اعتماداً كبيراً في نموها الاقتصادي.



الخط بخط السقوط أو خط الشلال. وعندما يصل النهر إلى منبسط أو منخفض، يمكن أن يشكل بحيرة. طوال آلاف أو ملايين السنين، يحدّ النهر التربة والصخور، ويحفر وادياً عميقاً بشكل V. ويتوقف شكل التكوين الذي يخلقه النهر على قوة مجراه وعلى نوع المادة التي يحتتها.

عندما ينزل النهر إلى مناطق أقل ارتفاعاً، يجري ببطء أكثر، فوق المنحدرات الخفيفة التي تشكل مجراه الأوسط. ويصبح مجرى النهر أضعف، فلا يعود قادراً على حمل الحجارة أو الحصى. فتترسب هذه المواد في مجرى النهر، حيث تشكل أشربة من الرمل أو الحصى، أو تكون جزراً. ويتغير شكل هذه التكوينات بصورة متواصلة مع ترسيب النهر المواد أو حتّها. وتؤثر هذه التكوينات بدورها في النهر، فتغير مجراه. تتجه التيارات النهرية باتجاه ضفة أو أخرى، فتحت ضفاف النهر وتوسع واديها، فيتحول من شكل V إلى شكل U. وفي الولايات المتحدة، مثلاً، تكثر الوديان بشكل V في الولايات الغربية الأحدث

تكويناً من الناحية الجيولوجية، فيما توجد الوديان بشكل U في المناطق الأقدم تكويناً في الولايات الوسطى والشرقية.

ويصل النهر في مجراه السفلي إلى منحدر خفيف جداً، ويلقي من حملة كمية أكبر مما فعل في الأجزاء العالية من مجراه، ويبدأ بتسوية قاعه بالأرساب، بدلاً من حتّه وحفره. ويصبح الوادي في هذه المنطقة سهلاً واسعاً. يتعرّج النهر مشكلاً منعطفات كبيرة بشكل S، ومكوّناً حلقات تُعرف بالتعرجات.

عندما تفيض مياه النهر، قد يحدث أن تعبر المياه الجزء الضيق من الحلقة، فتشكل مجرى جديداً أقصر. وتكون الحلقة المنفصلة عن النهر بحيرة تُعرف بالبحيرة القوسية أو المقطوعة. وتظهر المجاري المجدولة عندما يهبط مستوى النهر، فتتكشف أشربة الرمل أو الحصى. وقد يصبح المجرى المتعرّج مجدولاً في سافلة النهر عند منعطف ضيق في النهر، حيث ترتفع المواد الخشنة من قاع النهر لتشكيل أشربة رملية أو جزر من الحصى. وتظهر المجاري المجدولة نموذجياً

على أطراف صفحات الجليد القارية أو في السهول، مثل سهول كانتريري في الجزيرة الجنوبية من نيوزيلاند.

في بعض الأحيان، تتدفق مياه الأمطار الغزيرة أو مياه ذوبان الثلج من المجرى العلوي أو الأوسط في المجرى السفلي الضحل، فيفيض النهر ويغمر الأراضي المحيطة، مخلفاً وراءه طبقة رقيقة من الرسابة. ويمكن أن يحدث ذلك موسميّاً، مثل فيضان النيل السنوي، أو في مناسبات نادرة فقط، كما في حال هطول أمطار غزيرة جداً أو ذوبان الثلج بشكل مفاجئ وكثيف. وإذا كان فيضان النهر موسميّاً، تتراكم الطبقات الرسوبية مع الوقت، وتكون رقيقة (سهل ناشئ) عن الأتربة التي تخلفها مياه الفيضان) واسعة وخصبة، مثل الرقة الممتدة على طول نهري الميسيسيبي والنيل. ويترسب القسم الأكبر من الغرين والرمل في المناطق الأقرب إلى مجرى النهر، فيشكل حاجزاً عريضاً. ومع مرور الوقت، قد يسيل النهر في مجرى أعلى من مستوى

السهل. تجتذب تربة الرقات الخصبة الإنسان ليستقر فيها، لكن الفيضان يمكن أن يتلف المحاصيل والممتلكات على طول النهر. ولحماية السهل، يقوم المهندسون برفع الوحل المترسب من قاع النهر، فيصبح مجرى النهر أعمق، أو يبنون سدوداً صناعية أو حواجز لصّد مياه النهر عند ارتفاعها.

عندما يبلغ النهر البحر، يلقي عند مصبه بما تبقى من حمولته المؤلفة من الغرين والحصى والرمل. وتشكل هذه المواد منطقة مثانة الشكل، دائمة الإتساع، تُعرف بالدلتا. ويتفرّع النهر في هذه المنطقة إلى عدّة فروع تصب في البحر. وغالباً ما تعيش نباتات وحيوانات فريدة في هذا الخليط من الماء العذب والمالح. وإذا شدّ بعض فروع النهر بالغرين أو النباتات، يشكل النهر فروعاً جديدة توسع الدلتا. وحيثما ينخفض السهل الساحلي عند مصب النهر، تدخل مياه البحر في وادي النهر، فتشكل مصباً خليجياً، كما في مصب نهر السان لوران مثلاً.

نهر الرين: نهر هام ومعبّر مائي بارز في أوروبا الغربية، ينبع من منبعين في جبال الألب (شرق وسط سويسرا)، ويجري غرباً وشمالاً ثم إلى الشمال الغربي قطعاً حوالي ١٣٩٠ كم ليصب في بحر الشمال عند شواطئ هولندا. يشكل الرين الأعلى جزءاً كبيراً من الحدود بين سويسرا وكل من ليشنتشتاين والنمسا وألمانيا، يجري شمالاً فغرباً بشكل إجمالي، ولا يلبث أن يعاود الاتجاه شمالاً عند بازل، المدينة السويسرية، ليشكل جزءاً من الحدود بين فرنسا وألمانيا. ويخترق بعد ذلك ألمانيا متجهاً إلى الشمال ويتزوّد بالمياه من الشرق من نهر النيكار عند مدينة مانهايم، ونهر الماين عند مدينة ماينز حيث ينعطف غرباً، ثم إلى الشمال الغربي باتجاه بحر الشمال. وعند مدينة كوبلنز، ينضم إلى الرين نهر موزيل من الغرب ليحبر بعد ذلك مضائق الرين الجبلية الخلابة باتجاه بون ودوسلدورف ليصب فيه نهر الرور. ويدخل أراضي هولندا عند أرنهيم، فيتفرّع إلى عدّة فروع أهمّها نهر ليك ونهر فال. ومع إقام هولندا مشروع الدلتا الضخم في العام ١٩٨٦، أقفلت الفروع الرئيسية، وباتت مياه الرين تصل إلى بحر الشمال عبر صمامات وأقنية. وتعتبر قناة المعبر المائي الجديدة عند روتردام أبرز رابط ملاحى بين الرين وبحر الشمال. والرين معبر مائي دولي منذ العام ١٨١٥، بناءً على اتفاقية فيينا الموقعة آنذاك. وفي أجزائه الدنيا والمتوسطة، يلعب النهر دور الشريان الأساسي للنظام المائي الداخلي المتشابك في ألمانيا وشمال شرق فرنسا والبلدان المنخفضة. أبرز مرافقه بازل وستراسبور ومانهايم وكولن وديوبزبرج وروتردام، وأبرز البضائع التي تنعاطها الفحم الحجري ومشتقات النفط والخامات المعدنية والحبوب، وتنتقل هذه البضائع في مراكب ألمانية وهولندية كبيرة. وقد استغلّت طاقته الكهربائية الكامنة بكثافة، لا سيما في أجزائه العليا في جبال الألب. في أواخر القرن العشرين، باتت المسافة الصالحة للملاحة في الرين تبلغ ٨٧٠ كم، وهي صالحة لملاحة سفن يبلغ وزن واحدتها فارغة ٥٠٠٠ طن، وذلك يعني أن أبعد مرفأ يمكن لهذه السفن الوصول إليه هو مرفأ راينفلدن على الحدود الألمانية السويسرية. وتبلغ مساحة حوض النهر، بما فيه الدلتا، أكثر من ٢٢٠.٠٠٠ كم^٢. وفي العام ١٩٩٢، أُجّر ما يسمى قناة الدانوب الرئيسية التي تربط بحر الشمال بالبحر الأسود، وتسمح للقوارب الكبيرة بالانتقال بين البحرين، وهي تربط أنهار الراين والماين والدانوب.





نهر التايمز: أبرز أنهار إنجلترا، وقد بُنيت على ضفافه مدينة لندن. ينبع من كوتسولد هيلز في جلوسستر، ويتجه شرقاً عبر ست من مقاطعات البلاد الجنوبية ليصب في بحر الشمال عند ذي نور The Nore يعني اسمها الضفة الرملية. يبلغ طول النهر الإجمالي حوالي ٣٣٨ كم. ومجرى النهر بين تيدنجتون ونور، والبالغ طوله ١٠٤ كم، عرضة للمد والجزر. أبرز روافد التايمز القنور، الويندراش، الإيفلود، الشيرويل، الأولك، التايم، الكييت، اللودون، الكولن، الوي والمول. وقد تهدد الفيضانات الأحياء اللندنية المشرفة على النهر عندما تتدفق المياه العالية باتجاه المصب أثناء حصول المد في فصل الربيع. وخوفاً من تعرض لندن للمد الذي يتفاقم مع هبوب العواصف البحرية في بحر الشمال، أنشأت السلطات حواجز على الأجزاء الدنيا للنهر. وقد بدأت هذه الحواجز بالعمل في العام ١٩٨٢. ولأن التايمز مصدر المياه الرئيسي للندن وضواحيها الغربية وكذلك للمناطق الأبعد الواقعة حول أوكسفورد وفارينجتون، وجب أخذ خطر الجفاف بالحسبان.

وقد أنشأت الحكومة في العام ١٨٥٧ مجلس الحفاظ على التايمز لضبط النهر؛ وفي العام ١٩٠٨، أنشأت إدارة مرفأ لندن للإشراف على مستوى المياه بعد مدينة تيدنجتون، حيث أجرى عرضة للمد والجزر. وفي العام ١٩٧٤، وضعت إدارة مياه التايمز (وهي إحدى ١٠ إدارات مياه مناطقية أنشئت في العام ١٩٧٣) يدها على إدارة الدورة المائية في حوض التايمز. وتشرف الإدارة على توزيع مياه الشفة وتنظيم الصرف الصحي ومعالجة هذا الصرف والتخلص منه وضبط التلوث وإدارة مراكز الاستحمام.

كان التايمز صالحاً للملاحة في مراكب كبيرة حتى أوكسفورد وإلى ما ورائها في العام ١٦٢٤ ولكن بصعوبة، إلى أن أنشئت أقفال عند ستاينز في العام ١٧٧١. وأضيفت أقفال أخرى بين

الجزء المعرض للمد والجزر لأغراض تجارية، ومن هذه الأقنية قناة تصل الجرانديون بالوست ميدلاندز وديريشير. ويعد التايمز بعد «جسر البرج» الشهير أحد أبرز الممرات المائية في العالم وتديره إدارة التايمز الملاحية.

لكن منذ العام ١٩٦٣، بدأت إدارتنا ضبط المياه العذبة وضبط المد والجزر بفرض قوانين جديدة حققت تراجعاً مهماً في نسبة التلوث في النهر.

كورت، ونزولاً من تاور باير إلى تيلبوري وساوثند أون سي ومارجيت. وتعتبر قوارب ركاب بين جرينتش وياتني، وتقطع مُعدنات (مراكب عبور) من ضفة إلى أخرى بين وولويتش ونورث وولويتش، وبين جرايفزند وتيلبوري.

وأعيد تأهيل بعض الأقنية المهجورة المرتبطة بالتايمز في ستينات القرن العشرين، وذلك لممارسة هواية التجديف. وتستخدم الأقنية الواقعة على

العامين ١٨١٠ و١٨١٥ بين ستاينز وتيدنجتون، وذلك بإشراف بلدية لندن. وسمحت تحسينات لاحقة للقوارب بالوصول إلى ليكلاند، وأحياناً إلى أبعد من تيدنجتون، لا سيما إلى كينجستون. وتعتبر مراكب بخارية النهر بين أوكسفورد وكينجستون ناقلة ركاباً، لا سيما صيفاً. وتعمل هذه المراكب أيضاً بين وستمينستر في لندن الكبرى، صعوداً إلى كيو وريتشموند وهامبتون



نهر السين: يبلغ طول نهر السين ٧٨٠ كم، يُصرف مع روافده المياه في منطقة تبلغ مساحتها ٧٨,٧٠٠ كم^٢ في شمال فرنسا. هو أحد أهم أنهار أوروبا تاريخياً، ويحمل معظم مياه الداخل الفرنسي. ومنذ المراحل الأولى للقرون الوسطى، يعرف السين بأنه نهر باريس، فالاعتماد المتبادل بين النهر والمدينة التي بُنيت على أكبر مفاصله، قائم بشكل لا تنفصم عراه. وما يزال المركز الخصب لحوض السين، المعروف باسم إيل دو فرانس، والذي كان مهد الملكية الفرنسية ونواة الأمة الفرنسية، هو المنطقة المثلثية (منطقة محيطة بمدينة كبيرة ومندمجة فيها اقتصادياً واجتماعياً).

An aerial photograph of the Nile River in Cairo, Egypt. The river flows from the top left towards the bottom right. On the left bank, a wide, multi-lane highway runs parallel to the river, with several vehicles visible. A dense line of green trees separates the highway from the river. On the right bank, there is a mix of greenery, including palm trees, and some urban buildings. In the distance, a large bridge spans the river. Two large, rounded barges are visible on the river, being pulled by a small tugboat. The city skyline of Cairo is visible in the background under a clear blue sky.

يغطي حوض النيل حوالي عُشر مساحة أفريقيا،
ويقسم طبيعياً إلى سبع مناطق رئيسية: هضبة
البحيرة في شرق أفريقيا ونهر بحر الجبل والنيل
الأبيض والنيل الأزرق ونهر عطبرة والنيل شمال
الخرطوم ودلتا النيل. ينبع أقصى روافد النيل، وهو
نهر كاجيرا، من منطقة البحيرات الأفريقية الشرقية
في بوروندي، ويجري شمالاً مخترباً تنزانيا
ورواندا وأوغندا مشكلاً الحدود بين هذه الدول.
ويدخل بعد ذلك في بحيرة فيكتوريا من الغرب.
ويخرج النيل من هذه البحيرة باسم نيل فيكتوريا
فيخترق بحيرتي كيوجا وألبرت ليخرج باسم نيل
ألبرت. ويدخل النهر الأراضي السودانية عند
نيموله فيصبح اسمه نهر بحر الجبل، إلى أن يلتقي
مع نهر بحر الغزال ونهر سباط بالقرب من
مالاكال. وقبل الوصول إلى مالاكال، يعبر نهر بحر
الجبل ونهر بحر الغزال منطقة السد المنخفضة
والمستنقعية الغنية بنباتات البردي الكبيرة وغيرها من
النباتات المائية. وبعد اتحاد النيل مع نهر سباط،
يصبح اسمه النيل الأبيض؛ وما يلبث أن يلتقي مع
النيل الأزرق الذي ينبع من وسط الهضبة الأنثيوبية.
ويلتقي النهران قرب الخرطوم. وشمال شرق
العاصمة السودانية، يلتقي النيل آخر روافده
الرئيسية وهو نهر عطبرة الذي يصب في النيل من
الشرق. وبعد التقائه بعطبرة، يرسم النيل حرف
S كبير مائل إلى الشمال الغربي، ثم يعبر ثلاثة
جنادل (شلالات) ليدخل بعد ذلك بحيرة ناصر

وتتمد المناطق الصحراوية على جانبي وادي النيل، من البحر المتوسط شمالاً إلى عبّره جنوباً في وسط شمال السودان. ومعظم هذه المنطقة لا يهطل فيه المطر، وهو خالي من النباتات باستثناء المناطق المحيطة بالواحات. وجنوب عبّره، تنتشر شجيرات شائكة في مواقع متفرقة، وأبرزها أشجار الأقباق. وتزداد كثافة النباتات كلما اتجهنا جنوباً لنصل إلى منطقة السفناء الغنية بالأعشاب والأشجار الصغيرة الشائكة. وتتحول هذه المنطقة

ومن الصعب وجود منطقة في حوض النيل ذات مناخ استوائي بكل ما في الكلمة من معنى. فالقسم الأكبر من الحوض عرضة لتأثير الرياح التجارية التي تعتبر مسؤولة عن حقولة معظم مناطق الحوض. فالتيل بين الخرطوم وأسوان يجري بين صحارٍ، ولا توجد نباتات إلا ضمن نطاق ضيق على كل ضفة. وحيث تسمح التربة، يقوم الفلاحون بزراعة الضفاف والمناطق المنبسطة القريبة منها، مستخدمين مياه النيل اللري. وتؤمّن هذه الزراعة قوت عدد متواضع من الناس. وبين أسوان والقاهرة، يحيط بالنهر سهل فيضي غني بالطم. ويصل عرض هذا السهل إلى ١٩ كم

له بين كانون الثاني وأيار. وعلى الرغم من أنَّ الفيضان ظاهرة دورية، فإنَّ حجمها ويوم انطلاقها يختلفان من عام إلى آخر. ويعود الفيضان إلى ازدياد كمية المياه في النيل الأزرق وعطبره، جزاء هطول أمطار موسمية غزيرة على الهضبة الأنثيوبية حيث ينبعان. فالهضبة الأنثيوبية تقدّم أكثر من ٨٠٪ من مياه النيل، فيما يأتي الباقي من هضبة البحيرة في شرق أفريقيا. وحصّة النيل من النيل الأزرق، أكبر من حصّته من عطبره خلال موسم الفيضان، لكن خلال موسم انخفاض منسوب المياه، يلعب النيل الأبيض الدور الأبرز في تزويد النيل بالمياه.

إلى أراضٍ مستنقعية خلال الفصل المطير. وجنوبي هذه المنطقة، أي بالقرب من النيل الأزرق وبحاذاته، تنتشر غابات السفناء وغابات تكثر فيها الأمطار.

تكثر الأسماك وتنوع في نظام النيل المائي. أبرز الأنواع التيلابيا الذي يعدّ مصدراً هاماً لغذاء السكان واللوط *Lates Niloticus*، الفرخ الضخم الذي يصل وزن واحد إلى ١٤٠ كغ في كثير من الأحيان، إضافة إلى أنواع عدّة من أسماك الشلور *Catfish*. ومن زواحف حوض النيل، التماسيح والسلحفاة لبنة الصدفة والعظاية، وأنواع عدّة من الأفاعي بما فيها نوعان من أنواع الضل.

يُعرف سكّان الحوض الأعلى للنيل بالنيليين. وتقطن قسماً كبيراً من جنوب السودان قبائل ناطقة بلغات نيلية وبانتوية، فيما تسكن وسط السودان قبائل سامية رعوية. وفي شمال البلاد، يعيش عرب ونوبيون مسلمون إضافة إلى مجموعات حامية. والمصريون إجمالاً من أصول حامية مختلطة بعناصر أوروبية في الشمال، ونوبية في الجنوب.

ويعود استخدام مياه النيل للرّي في مصر إلى يوم بدأ الإنسان برشّ البذور في الوحل الذي تخلّفه مياه الفيضان بعد انحسارها. ولذلك يُعتقد أنّ النيل قدّم دعماً حيويّاً للمستوطنات البشرية منذ ٥٠٠٠ سنة على الأقل. وبات الرّي المستمرّ ممكناً بعد إنشاء عدد من الحواجز والشبكات المائية

على النهر قبل نهاية القرن التاسع عشر. ومع حلول القرن العشرين، كان نظام الأقنية قد أُعيد تنظيمه، وسدّ أسوان الأوّل قد أنشئ في العام ١٩٠٢. وبني سدّ أسوان العالي بين العامين ١٩٥٩ و ١٩٧٠، وذلك في موقع يبلغ فيه عرض النهر ٥٥٠ م، ووضافته عالية ومكوّنة من الجرانيت. وقد أتمّ السدّ سيطرة الإنسان على النيل، فتمّ التحكم بقيضانه، ونشأت بحيرة ناصر البالغ طولها ٥٠٠ كم خلف السدّ والتي تصل إلى داخل الأراضي السودانية. ويحمي السدّ الناس والمزروعات من أضرار الفيضان، ويُنتج كميات هائلة من الطاقة الكهربائية. والنيل وسط مهمّ لانتقال الناس والبضائع. والنيل البالغ طوله ٦٦٧١ كم يفرغ حوضاً مائياً بمساحة ٣,٣٤٩,٠٠٠ كم^٢، بمعدل تفريغ سنويّ يساوي ٣١٠٠ م^٣ في الثانية.

نهر الفرات (في الأسفل)

الفرات، واسمه السومري بورانونو والأكدّي پوراتو والفارسيّ القديم أوفرّات واليونانيّ واللاتينيّ يوفراتس والتوراتيّ بيراث والتركيّ فيرات، أكبر نهر في آسيا الغربية. ينبع من الهضبة الأرمنية في تركيا، ويجري باتجاه الجنوب إجمالاً عابراً سوريا وجنوب العراق حيث يلتقي مع نهر دجلة، فيشكّلان معاً شطّ العرب الذي يصبّ في الخليج العربيّ. ويبلغ طول الفرات ٢٧٠٠ كم. يقسّم الفرات طوبوغرافياً إلى ثلاثة أقسام:

(١) الفرات الأعلى الذي يبدأ مع رافدين أساسيين، الكارّا (الموحد) والمورات (الضافي). ويقطع هذان الرافدان اللذان ينبعان من الهضبة الأرمنية ودياناً عدّة تخترقها عدّة مضائق إلى أن يلتقيا على بعد حوالي ٥٠ كم إلى الشمال الغربيّ من بلدة إيلازيج. وانطلاقاً من هذا الملتقى المرتفع، يشكّل الفرات انحناء عكسيّة بين السلاسل الجبلية الضخمة المعروفة بجبال طوروس في جنوب تركيا، وينحدر إلى مستوى أدنى بحوالي ٣٠٠ م عند وصوله إلى الهضبة السورية، وذلك عند بلدة سمست التركية.

(٢) الفرات الأوسط الذي يبدأ عند سمست وينحدر إلى المنخفضات العراقية عند هيت ويبلغ ١٥٠٠ كم. ويقطع هذا الجزء وادياً ذا جوانب شديدة الانحدار مقارنة بسطح الهضبة، ويراوح عرض سهل الفيضان بين ٣ و ٦ كم. أبرز الروافد في هذا الجزء نهر الخابور.

(٣) الفرات الأدنى الذي ينطلق عند هيت من الوادي السحيق إلى سهول العراق حيث يتراجع حجم مياهه وسرعته. وجزء المناخ الجاف في هذه المنطقة، يتبخّر الكثير من الماء فيضاف هذا الماء المفقود إلى الكميات التي تضع في المستنقعات وبسبب أعمال الرّي. وتتراكم رواسب كبيرة في دلتا الفرات، ويصاحب التصريف الصعب شبكات متشابكة من الأقنية ومستنقعات وبحيرات دائمة ضحلة. فهذه التشكيلات تحتصّ قسماً كبيراً من مياه الفرات، ويراوح حجم التشكيلات بحسب الظروف المناخية. ويجري

الفرات بين هيت والمسيّب في قناة واحدة. ويقترّب الفرات عند الفلوجة الواقعة بين هيت والمسيّب من نهر دجلة، وقد نشأت عند هذه النقطة مدينة بغداد. وبعد المسيّب، ينقسم النهر إلى فرعين: شرقيّ يسمّى شطّ الحلة وكان في الماضي قناة رئيسية، وغربيّ يسمّى شطّ الهندية هو اليوم القناة الرئيسية. ويتحدّ الفرعان عند السماوة بعد ١٧٥ كم من تفرّعهما، ويطلّ الجرى واحداً حتى الناصرية. وينقسم الفرات بعد ذلك إلى قنوات عدّة تجري في مناطق مستنقعية وتشكّل بحيرة هور الحمار التي تلتقي مع دجلة عند طرفها الشرقي، حيث ينطلق النهران في نهر واحد هو شطّ العرب يجري على مسافة ١٩٣ كم ويصبّ في الخليج العربيّ.

وقد خلق النهر بعدم انتظام فيضاناته الفصلية والسنوية، مشكلتي ضبط الفيضان وتأمين وسائل رّي مناسبة. فبعد التاريخ، ولا سيّما في الأمانة الحديثة، بُنيت أعداد كبيرة من الجسور والسدود والحواجز والخزانات والسياجات والأقنية وغيرها من وسائل تصريف المياه.

وقد احتضن الفرات حضارات ما بين النهرين منذ السومريّين وحتى العباسيّين. وقد تقاسمت ثلاثة شعوب المنطقة في الألف الأوّل قبل الميلاد، فقطن البابليون الجنوب، والآراميون الوسط، فيما قطن الحثيون الشمال. وشكّلت المناطق الأرامية جزءاً من مملكة الآشوريّين التي نشأت لاحقاً. وما لبث الجزء السوريّ من الفرات أن شكّل الحدود بين الدولتين الرومانية والفارسية.



[illegible]

A wide-angle landscape photograph showing a calm lake in the foreground, reflecting the sky. In the background, a range of rugged mountains with significant snow cover is visible. The sky is filled with large, white, fluffy clouds. The overall color palette is dominated by blues, whites, and greens.



مجلدة مورتيراش (الجهة السويسرية من قسم برنينا) (إلى اليسار)

تظهر هذه الصورة بوضوح القسمين اللذين يشكلان المجلدة. حوض التجمّع، أو النبع، في النقطة العليا من المجلدة، ويغطيه الثلج حتى خلال الصيف؛ وبدن المجلدة، الخالي من الثلج، والمؤلف من كتلة من الجليد المتحرك تجري في اتجاه الأسفل. من نهاية البدن، الذي يدعى خطم المجلدة، يجري الجدول الجليدي الذي يتدفق محدثاً ضجيجاً قوياً.



المجلدات

لا تبقى كتلة الجليد المتشكّلة على هذا النحو ساكنة، بل إنها تميل، بسبب الجاذبية، إلى الانزلاق فوق الأرض بسرعة تراوح بين بضع عشرات وبضع مئات من الأمتار في السنة. تتوقف المجلدة (أو نهر الجليد) عن التحرك في اتجاه الأسفل عندما تصل إلى ارتفاع تكون عنده الحرارة مرتفعة بما فيه الكفاية لإذابة الجليد. وهكذا، فإن بقاء المجلدة رهن بالتوازن القائم بين تراكم الثلج في الأشهر الباردة من السنة وذوبانه أو تذريته في أشهر الصيف الحارة.

إذا حدث، على مدى سنوات عدة، أن كان سقوط الثلج كثيفاً في الشتاء وكانت درجات الحرارة منخفضة في الصيف، يزداد النهر الجليدي طولاً وضخامة؛ ويقصر مجرى النهر الجليدي في الحالة المعاكسة.

المجلدات كتل جليدية تنحس في أحواض صغيرة تعرف بـ«الحلبات» أو «الحلقات»، أو تنحصر بين جدران صخرية، أو تجري في شكل أنهار جليدية ضخمة. ويرجع تكوين المجلدات إلى عملية بطيئة يتحوّل بنيتها الثلج إلى جليد متراس.

فوق ارتفاع معين (يعرف بحد الثلج الدائم)، يبلغ ٢٧٠٠م في جبال الألب، لا يذوب الثلج الذي يسقط في الأشهر الباردة بشكل كامل في فصل الصيف. وتالياً، فإن الثلج يتراكم سنة بعد سنة ويتحوّل ببطء، بفعل الضغط المتزايد الذي يطرد منه الهواء، إلى ثلج حبيبي، ومن ثم إلى جليد متراس.

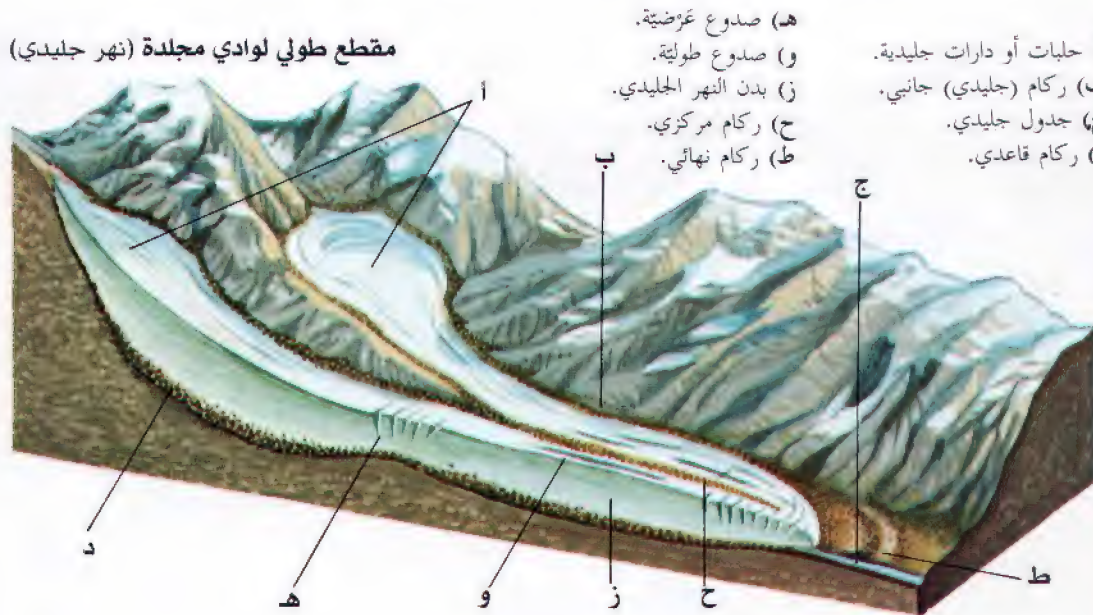
الصدوع

في أمامية الصورة، يظهر عدد من الشقوق العميقة في الجليد، أو لصدوع. الصدوع كسور في الكتلة الجليدية يراوح عمقها بين بضعة أمتار و٥٠٠م تقريباً. تتشكل الصدوع عندما يصل النهر الجليدي، في نزوله، إلى موضع شديد الانحدار يميل إلى تمديد النهر الجليدي أو ضغطه، متجاوزاً بذلك الحد الأقصى للليونان الجليد.

مجلدة كولوري في ألاسكا

ن مجلدات ألاسكا، التي تغطي معاً مساحة تتجاوز ٥٠.٠٠٠ كم^٢، هي من النوع السفحي. عند خروج هذه المجلدات من لأودية، تلتقي أبدانها لتشكل نهراً جليدياً واحداً ضخماً، يصل أحياناً، كما في الصورة، إلى شاطئ البحر. الخط الداكن المتمتع الذي يبدو كأنه يقسم النهر الجليدي، هو ركام جليدي يتألف من حبات صخر يقتله النهر الجليدي من سطح الجبل ويحمله معه في تقدمه.

مقطع طولي لوائي مجلدة (نهر جليدي)





المجلدة أو نهر الجليد

المجلدة هي كمية هائلة من الجليد تتحرك ببطء فوق اليابسة. تأتي كلمة Glacier من الكلمة الفرنسية Glace، ومعناها «الجليد». يُطلق غالباً على المجلة اسم «نهر الجليد».

تصنّف أنهار الجليد ضمن مجموعتين: أنهار الجليد الألبية وصفحات الجليد. تتكوّن أنهار الجليد الألبية فوق أسناد^(١) الجبال، وتتحرك نحو الأسفل عبر الوديان. أما صفحات الجليد فلا يقتصر وجودها على المناطق الجبلية فقط، وهي تشكّل قِباً واسعة تمتد انطلاقاً من وسطها في جميع الاتجاهات.

عند امتدادها، تكسو صفحات الجليد كلّ شيء حولها بغطاء سميك من الجليد، بما في ذلك الوديان والسهول وحتى الجبال. تمتد أكبر أنواع صفحات الجليد، المسماة بأنهار الجليد القارية، فوق مساحات شاسعة. في أيتاما الحاضرة، تغطّي أنهار الجليد القارية معظم قارة القطب الجنوبي (أنتاركتيكا) وجرينلاند.

غطّت صفحات ضخمة من الجليد معظم مناطق أميركا الشمالية وأوروبا خلال الفترة التي يستهيا الجيولوجيون العصر الحديث الأقرب (الپليستوسين)، وقد بلغت هذه الصفحات الجليدية أكبر حجم لها قبل حوالي ١٨,٠٠٠ سنة. بامتدادها، حفرت وغيّرت أنهار الجليد القديمة سطح الأرض، وكوّنت الكثير من المشاهد التي نراها اليوم. خلال العصر الحديث الأقرب، كان ما يقارب ثلث مساحة اليابسة

مغطى بأنهار الجليد. وفي يومنا هذا، حوالي عشر مساحة الأرض اليابسة مغطى بجليد المجلدات.

كيف تتشكّل وتتحرّك أنهار الجليد؟

تبدأ أنهار الجليد بالتكوّن في الأماكن حيث لا يذوب سوى القليل فقط من كمية الثلوج التي تتراكم عاماً بعد عام. بعد سقوطه بقليل، يبدأ الثلج بالتكتّف، ويتحوّل شيئاً فشيئاً من بلّورات^(٢) خفيفة وزغبة^(٣) إلى حبيبات مستديرة الشكل. عندما يسقط ثلج جديد ويظلم هذا الثلج الحبيبي، يصبح هذا الأخير أكثر تكتّفاً ويتحوّل من جديد إلى بلّورات من الجليد الكثيف.

مع مرور السنين، يؤدي وزن الثلج المتكدّس في الأعلى إلى التزّاز أشدّ وتبرّر أكبر للحبيبات. عندما تصل سماكة الجليد إلى حدّ كاف (حوالي ٥٠ متراً)، تندمج الحبيبات لتتشكّل كتلة من الجليد الصلب. ويبدأ نهر الجليد بالتحرك بفعل وزنه الخاص، وبفعل الجاذبية ينزل ببطء في الوديان.

تتقدّم الأجزاء المختلفة في نهر الجليد بسرعات مختلفة. الجزء الأعلى هو قسم هشّ وصلب يطفو فوق الجليد الجاري. ويتحرّك الجزء الجاري بسرعة أكبر من القاعدة التي تجرش وتصلب بتقدّمها القاع الصخري للنهر.

إنّ السرعات المختلفة لتلك الأجزاء في حركة نهر الجليد تؤدي إلى قيام توتّر في الجزء الأعلى الهشّ من الجليد، فينكسر محدثاً شقوقاً، تُدعى صدوعاً، في الـ ٥٠ متراً العليا من نهر الجليد.

يتقدّم معظم أنهار الجليد ببطء شديد بضعة سنتيمترات فقط في اليوم، غير أنّه قد أطلق على بعضها اسم أنهار الجليد الراكضة Galloping glaciers لأنها تقدّمت في بعض الأحيان أكثر من ٥٠ متراً في اليوم.

حيثما يلتقي نهر الجليد بشاطئ البحر، ترتفع حافته الأمامية وتطفو على المياه، مكوّنة بذلك أجرافاً^(٤) من الجليد يمكنها أن تصل إلى علوّ ٦٠ متراً أو أكثر. عند حافة نهر الجليد، تنفصل قطع من الجليد عن الكتلة وتطفو في الماء، وهي عملية تُعرف بالإنشعاب Calving. وتستوى قطع الجليد العائمة المنفصلة عن نهر الجليد، جبال الجليد Icebergs.

كيف تُغيّر أنهار الجليد الأرض؟

بالرغم من أنّ أنهار الجليد تتقدّم ببطء، إلّا أنّ باستطاعتها ممارسة قوّة هائلة. فهي دون هودة، وسنة بعد سنة، تجرف الأرض أمامها، ساحقة، طاحنة، ومطحنة تقريباً بكلّ ما في طريقها، بما في ذلك الغابات والتلال وجوانب الجبال.

تبدأ أنهار الجليد الألبية بالجريان منحدرة من تجاويف في الجبال، لها شكل طاس دائريّة، تدعى المدرّجات الطبيعية Cirques. ومع انحدارها، تُوسّع أنهار الجليد وديان الأنهار التي يشكّل V فتجعلها بشكل U. تحفر أنهار الجليد الألبية عميقاً في الأرض التي تصبح هيئتها وعرة ودراماتيكية. من ناحية ثانية، تميل صفحات الجليد عند تمدّدها إلى تمليس وصقل الأرض التي تحتها.

بتقدّمها، تنحت أنهار الجليد، أو تعزّي، الأرض؛ إذ تلتقط وتحمل معها كمّيات كبيرة من التربة والمواد الصخرية والطين. بعض الجلاميد التي تحملها أنهار الجليد يبلغ حجمه حجم البيت. وتتمركز هذه الصخور الضخمة في قاعدة نهر الجليد، فتخدش الأرض مثل أسنان المدّمة^(٥). فتحفر الجلاميد بذلك

أثلاماً طويلة في السطح، تُدعى أخاديد. يمكن للجيولوجيين تحديد الاتجاه الذي تحركت فيه أنهار الجليد القديمة بدراساتهم الأخاديد المحفورة في الصخر. تقوم أنهار الجليد في آخر الأمر بإلقاء حمولتها من المواد الصخرية والتراب والبحص. تستوى كُوماً الموادّ الملقاة عند آخر نهر الجليد.

عندما بدأت صفحات الجليد في العصر الحديث الأقرب (الپليستوسين) تتراجع قبل حوالي ١٠,٠٠٠ سنة، تركت وراءها مناطق مجوّفة أصبح الكثير منها بحيرات. إنّ بحيرات «فينجر»، غربي ولاية نيويورك، قد حفرتها صفحة جليد من العصر الحديث الأقرب. وكانت هذه البحيرات، في ما مضى، ودياناً تجري فيها المياه في خطّ مواز لجريان صفحة الجليد الذي كان يتمّ باتجاه الجنوب. حفر نهر الجليد على طول مجاري المياه، قنوات بشكل U تحتوي اليوم بحيرات عميقة.

لم تغطّ أنهار الجليد الإنسان تربة خصبة لزراعة المحاصيل وحسب، بل أيضاً موارد مفيدة أخرى؛ منها ترسّبات من الرمل والحصى، ويتمّ استعمال أطنان من هذه المواد كلّ عام في صناعة الإسمنت.

هنالك فائدة مهمة أخرى لأنهار الجليد، وهي المياه التي توفرها. فالكثير من الأنهار كالرون والرين في أوروبا يتغذى من الجليد الذائب الآتي من أنهار الجليد.

قامت أنهار الجليد بحفر أحواض معظم بحيرات العالم، وبنحت الكثير من المشاهد الطبيعية الجبلية الأكثر روعة في العالم. فقد نحت الجليد المتحرك في أنهار الجليد، سلسلة جبال تيتون في ولاية وايومينج، ووادي يوسيمات في ولاية كاليفورنيا، وقمة سيرقان (ماتهورن) في جبال الألب على الحدود السويسرية الإيطالية.

(١) أسناد: (ح سند) جوانب الجبال أو منحدراتها.

(٢) بلّورات: البلّورة هي مادة غير عضوية صلبة، شقّافة عموماً، تتخذ شكلاً هندسياً محدداً.

(٣) الزغب: هو صفة ما يكون خفيفاً ورقيقاً كالريش.

(٤) الأجرف: (ح جرفة) هي منحدرات صخرية أو جليدية شاهقة بخاضة عند الشاطئ.

(٥) المدّمة: أداة ذات أسنان لجميع العشب أو لقلب التربة أو تسويةها (شوك الزراعة).

بحيرة سايما (إلى اليسار)

يرجع تكوين بحيرة سايما، إحدى أكبر بحيرات فنلندا (١٣٠٠ كم^٢)، إلى امتداد قلنسوتي الجليد الذي حصل في الدهر الرابع والذي غطى في أوقات مختلفة كل مناطق اسكنديناويا والبلطيق. في فنلندا، التي يطلق عليها باستحقاق اسم «أرض الـ ١٠٠,٠٠٠ بحيرة»، أدى العمل الحث للجليد إلى تشكيل عدد كبير من البحيرات (يتجاوز مجموعها الـ ٥٠,٠٠٠) تغطي عُشر مساحة اليابسة تقريباً. تتميز معظم البحيرات بشكل لامتنع وعمق لا يتجاوز عادة الـ ١٠٠ متر.

تنتشر في البحيرات جزر صغيرة تغطيها الغابات الصنوبرية.



العائق لجهة أعلى النهر.

قد يكون هذا العائق انهياراً أرضياً (كما في حالة بحيرة أليجي، مثلاً)، أو ركماً جليدياً، أو نهراً جليدياً، أو ارتفاعاً ساحلياً متطاولاً أو كثيباً رملياً. من البحيرات التي تشكلت في أحواض أصيلة غير ناتجة من عائق ما، نذكر البحيرات المتشكلة في فوهات البراكين (على سبيل المثال، كرايتر لايك، أو بحيرة الفوهة، في ولاية أوريغون الأميركية)، والبحيرات التكتونية، التي تملأ شقوقاً كبيرة في القشرة الأرضية، مثل البحيرات القائمة في شرق أفريقيا الوسطى (بحيرة ادوارد، بحيرة تانجانيكا، بحيرة ملاوي، إلخ). هناك أيضاً بحيرات كارستية، متشكلة في كهوف وحفر بالوعية، وبحيرات جليدية متشكلة بفعل الحث الذي يحدثه الجليد المتحرك، وبحيرات قائمة في حفرات الأرقام (الأحجار النيزكية).

البحيرات

البحيرات هي من أجمل معالم الأرض الطبيعية وأكثرها فتنة، وهي تُربط غالباً بالمشاعر الرومنطيقية وبجو من الرضى والطمأنينة. البحيرة، بكل بساطة، حوض مملئ بالماء ليس له أي سبيل مباشر إلى البحر. وفقاً لهذا التحديد، يمكن للبحيرات التي تمتلئ، إما بفعل الأنهار والجداول التي تصب فيها وإما بفعل الهواطل، أن تتكوّن بطرق عدة ومنوعة.

إن أكثر معايير التصنيف شيوعاً، هو الذي يعتمد على أصل الحوض، فيتميّز بين البحيرات المشكلة بفعل سد طريق الماء وتلك المكوّنة في أحواض أصيلة أو موجودة.

في الحالة الأولى، تتكوّن البحيرة عندما يسدّ عائق ما مجرى الماء الطبيعي. فلكي يتابع الماء طريقه إلى الوادي، يجب أن يملأ أولاً التجويف الموجود قبل

كرايتر لايك (بحيرة الفوهة)

تقع كرايتر لايك في جبال الكاسكاد (الشلال) في ولاية أوريغون الأميركية وهي مثال نموذجي عن البحيرات البركانية، أو التي تتشكل في فوهات البراكين. تملأ هذه البحيرة فوهة أو حوضاً هائلاً (يتجاوز قطره ٨ كم وعمقه ٨٠٠ م) وقد تشكلت بفعل انخساف الجزء العلوي من البركان في خزان الصهارة في الأسفل.

بحيرة باند إي امير

تظهر الصورة بحيرتين من بحيرات باند إي امير في أفغانستان. وهي مجموعة من سبع بحيرات تمتد في وادي باند إي امير في الهزاراجات (جبال كوه إي بابا). تقوم البحيرات على طول خط انصداع، تبيته بوضوح الجدران الصخرية العمودية التي تحد البحيرات والتي تشكل إحدى حافتي الشق. وتالياً فإن هذه البحيرات تكتونية المنشأ، أي أنها تكوّنت بفعل ملء الماء صدوعاً نتجت من تحرك قشرة الأرض.

مراحل ترسّب البحيرة (إلى اليسار)

البحيرات معالم مؤقتة في صفحة الأرض، وهي تدوم وقتاً قصيراً جداً، من وجهة النظر الجيولوجية، خصوصاً عندما تكون محدودة الحجم والعمق. إن زوال البحيرة أمر محتوم، وهو ينتج من امتلاء الحوض بمواد طميية تجلبها الأنهار التي تصب في البحيرة. وتشكل هذه المواد الطميية دلتات تمتد بشكل مستمر في اتجاه بعضها البعض حتى تتحد في ما بينها، مثلما تبيّنه الرسوم التوضيحية إلى اليسار.



تبدأ الأنهار التي تصب في البحيرة بإيداع مواد طميية على القاع وبشكل دلتات.



في المراحل المتوسطة، تزداد سماكة الرواسب المستقرة على القاع وتستمر الدلتات في الامتداد.



ملأت المواد الرسوبية حوض البحيرة وتقرّر نهائياً مصير البحيرة.

البحيرات

من الناحية العلمية، البحيرة هي جسم مائي داخلي تحيط به اليابسة، وهي أكبر من البركة. لكن هذا الاسم يُطلق أحياناً على الأجزاء العريضة من الأنهار، وعلى أجسام مائية متصلة مباشرة بالبحر. فعلى سبيل المثال، إن البحيرات الساحلية تتكوّن في الكثير من الأحوال حيث تشكّل الأمواج والتيارات البحرية التي تجري بمحاذاة الشواطئ، امتدادات رمليّة مرتفعة في عرض الخليج أو مصبات الأنهر الواسعة. ويمكن أن يُطلق نهر كبير ذراعاً من دلتاه بعيداً عنه، بحيث تحيط بمساحة مائيّة. وقد تشكّلت بحيرة بونشارترين في ولاية لويزيانا بهذه الطريقة بالتحديد. وتكون جميع البحيرات الساحلية المماثلة ضحلة المياه.

تكوّن القسم الأكبر من بحيرات العالم بسبب عمل أنهار الجليد. ففي عصر الجليد الذي ساد نصف الكرة الشماليّ، تقدّمت صفحات ضخمة من الجليد ببطء باتجاه الجنوب، عبر شمال أميركا الشمالية وأوروبا وآسيا، حاملة معها كتلاً من الطين والفُلد الصخرية المقتلعة من الطبقة الصخرية الواقعة تحتها. وقد حفرت أنهار الجليد آلاف الأحواض في الأماكن الضعيفة من الصخر. وتشكّلت أحواض أخرى حيث خلّفت أنهار الجليد وراءها بعضاً من الطين والفُلد الصخرية التي حملتها، فسدت وديان بعض الأنهار. ونجد اليوم آلاف البحيرات في وسط كندا وولايات مينيسوتا وميشيغان وويسكونسن الأميركية، وغيرها من المناطق

التي كانت مغطاة بصفحات جليديّة، التي تشكّلت في مثل هذه الأحواض المعروفة بالأحواض المجروفة.

وينتج بعض البحيرات الكبيرة عن عمليتين في وقت واحد: حتّ شديد وترسيب أنهار الجليد السابقة كمّيات ضخمة من الركام. تمتدّ البحيرات الكبرى في أميركا الشمالية في وديان أنهار قديمة أو منخفضات حفرتها أنهار الجليد فزادت عمقها، وشكّلت الركامات الجليدية أحفنها. وتغطّي البحيرات الكبرى حوالي ٢٤٥,٠٠٠ كيلومتر مربع، وتشكّل جسماً مائياً داخلياً ضخماً وأكبر امتداد من الماء العذب في العالم. وتشكّل بحيرة سايريور أكبر بحيرة ماء عذب في العالم من حيث المساحة السطحية. ولا يفوق هذه البحيرة حجماً سوى بحر قزوين، وهو بحيرة مالحة.

وتشكّلت البحيرات أيضاً نتيجة النشاط البركانيّ. ففي أماكن عدّة من العالم، تحوّلت فوهات البراكين الحامدة إلى بحيرات. ونجد الكثير من هذه البحيرات في مقاطعة أوفرنيه في جنوب فرنسا ومنطقة إيفل في شمال ألمانيا، وفي المنطقة المحيطة بروما في إيطاليا. وقد خسر بعض البراكين قممه في انفجارات هائلة، أو انهار وسطها، فتشكّلت حفر ضخمة، أو كالديرات، امتلأت ماء وتحوّلت إلى بحيرات. إنفجر جبل كاتماي في ألاسكا بشكل عنيف سنة ١٩١٢، فتشكّلت حفرة كبيرة بقطر ٤ كم وعمق أكثر من ٩٠٠ متر. وقد شغلت قعر الحفرة، منذ ذلك الوقت، بحيرة ماء دافئ بعرض ١,٦ كم.

وتشكّلت بحيرة أخرى جميلة جداً بالطريقة نفسها، هي بحيرة كرايتر Crater Lake في جنوب ولاية أوريغون. ويبلغ عمق هذه البحيرة، ذات اللون الأزرق الغامق، ٥٨٩ متراً. في الماضي، رُفعت أجزاء من قاع البحر لتشكيل مناطق من اليابسة. وبقيت في هذه المناطق بحيرات ضحلة غير منتظمة الشكل. وتحوّل هذه البحيرات إلى بحيرات ماء عذب مع اختلاط مائها المالح بكميّة كبيرة من مياه الأمطار. وقد تشكّل بعض بحيرات جنوب فلوريدا وسهول سيبيريا الباردة بهذه الطريقة.

بحيرات المياه المالحة والمياه العذبة

لا تحتوي جميع البحيرات على ماء عذب. فالبحر الميت، مثلاً، بحيرة مالحة جداً، تقع في صدع منخفض في الأردن. ويقع سطح هذه البحيرة على ٤٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر. وهي، بذلك، أوطأ بحيرة في العالم. وأعلى بحيرة صالحة للملاحة في العالم هي بحيرة تيتيكাকা في هضبة الأند في البيرو، الواقعة على ارتفاع ٣٨١٠ أمتار فوق سطح البحر. وتشكّل بحيرة جريت سولت Great Salt Lake، في ولاية يوتا الأميركية، بقية من جسم مائي عذب أكبر منها بكثير، كان يدعى بحيرة بونثيل. فقد انكمشت هذه البحيرة بسبب تزايد جفاف المناخ الذي زاد من تبخّر مياه البحيرة. وقد أدّى ذلك إلى تركيز الأملاح المذابة التي تحملها الروافد إلى البحيرة في كمّية متناقصة من الماء، ما جعل الماء أكثر ملوحة سنة بعد سنة. ولا تزال هذه العملية مستمرة في الوقت الحاضر. ومن السمات غير

المألوفة لهذه البحيرات المالحة، قدرتها على إبقاء السباحين عائمين فيها، فمن الأسهل بكثير أن يطفو المرء في البحر الميت أو بحيرة جريت سولت من أن يعوم في بحيرة ماء عذب.

إنّ القدر الأكبر من الماء العذب على الأرض - ويقدره العلماء بأكثر من أربعة أضعاف الكميّة الإجمالية - محتجز في الجليدات وصفحات الجليد القطبية والمياه الجوفية. وتجمع حوالي ٤٠ بحيرة فقط نحو ١٢٥,٠٠٠ كم³ من الماء العذب، أي نحو أربعة أضعاف الماء العذب المتوفّر في البحيرات. وتشكّل بحيرة بايكال في آسيا الوسطى أعظم جسم مائي قاري على سطح الأرض، ويبلغ أقصى عمق لها ١٧٤١ متراً، وتحتوي على الخمس تقريباً من المياه العذبة على سطح الأرض أي حوالي ٢٣,٠٠٠ كم³. وتأتي بعدها، من حيث الحجم، بحيرة تانجانيكا في أفريقيا وبحيرة سايريور في أميركا الشمالية. وتحتوي «البحيرات الكبرى» في أميركا الشمالية معاً على حوالي ٢٢,٩٠٠ كم³ من الماء، أي ما يعادل تقريباً كمّية الماء في بحيرة بايكال.

البحيرات، موارد محدودة

تستهلك المجتمعات الصناعية الحديثة كمّية كبيرة من مياه البحيرات العذبة، فيجبر الماء من البحيرات إلى المراكز السكنية للشرب والاستحمام. ويُستعمل الماء أيضاً في مجموعة واسعة من العمليات الصناعية، ولتوليد الطاقة، وكمبرّد في محطات توليد الطاقة النووية، وللريّ، وللتسليّة. وقد سبّب الكثير من هذه الإستعمالات مشكلة خطيرة، هي تلوث الماء

إنّ الكثير من البحيرات الموجودة اليوم، وخصوصاً في النصف الشمالي من الكرة الأرضية،

قد تكوّنت عن طريق الأنهار الجليدية التي غطّت مساحات واسعة من الأرض في أوجّ أحدث عصر جليديّ منذ حوالي ١٨,٠٠٠ سنة.





الناتج بشكل رئيسي عن إعادة الماء المستعمل القدر إلى البحيرة التي أخذ منها، وأيضاً عن طرح مجموعة واسعة من المواد الكيميائية المؤذية وغيرها من الفضلات في البحيرات.

ويُعتبر التلوث الحراري - تسخين مياه البحيرات - أحد أكبر المخاطر التي ستعرض لها البحيرات في المستقبل. وتشكل محطات توليد الطاقة مصدراً رئيسياً للماء المسخن، وتستعمل هذه المحطات الماء لتبريد أجهزتها، فيسخن الماء بنتيجة العملية. وتزداد متطلبات المجتمعات العصرية من الطاقة بنسبة ٧٪ تقريباً في السنة؛ ويخشى المهتمون أن تسخن مياه أكبر البحيرات في العالم.

ويمكن أن يؤدي التلوث الكيميائي والحراري، إذا حدث بحجم كبير، إلى قتل البحيرة عن طريق القضاء على جميع النباتات والحيوانات التي تعيش فيها. ويتناول العلماء الذين يدرسون البحيرات، الخاصيات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للبحيرات. ومن المهمات الملحة التي يقوم بها هؤلاء العلماء، تخمين الأضرار التي تسببها الكميات الهائلة من الملوثات التي تُفرغ يومياً في البحيرات.

الحياة حول البحيرات

إنّ البحيرات مهمة في المحافظة على الحيوانات البرية، وتُستخدم كمحطات هجرة، وخلفيات

للتناسل بالنسبة إلى الكثير من الطيور، وكملاحيء لعدد كبير من الحيوانات الأخرى. إنّها تؤمن موطناً لمجموعة متنوعة من الكائنات الحية، ابتداء من النباتات والحيوانات الميكروسكوبية وانتهاء بالأسماك الكبيرة المسماة بالحفش^(١)، والتي قد تصل زنتها إلى مئات الكيلوغرامات.

قد تتضمن النباتات النامية على شاطئ البحيرة الطحالب، السراخس، القصب، السقار^(٢)، التيفا^(٣)؛ وتعيش الحيوانات الصغيرة كالزلزونات، الديدان، الضفادع، والبعاسيب، بين النباتات حيث تضع بيوضها تحت خطّ الماء. بعيداً عن الساحل، تزدهر نباتات عائمة كزنايق الماء والحدقيات المائية، التي تملك أكياساً ممتلئة بالهواء تمكّنها من البقاء طافية. إنّ هذه النباتات تأوي أسماكاً صغيرة تدفع بسرعة كبيرة دخولاً وخروجاً تحت أوراقها. ومباشرة تحت سطح الماء، تمرّ وتنزلق بسرعة بقّات الماء، الخنافس والعناكب.

وتعيش عدّة أنواع من الطيور المائية على البحيرات أو تتجمع هناك للتناسل وترتي صغارها كالبطّات، التّم^(٤)، الإوزات، السوامك^(٥)، والرفاريف^(٦). وتشكّل البحيرات أيضاً موطناً لعدّة أنواع من الأسماك، ومن بينها الأسماك الفضيّة الصغيرة جداً وسماك الشمس^(٧)، الفراح^(٨)، القوارس^(٩)، التروتات النهرية^(١٠)،

سماك الكراكي^(١١)، الإنكليس، السلور، السلمون، والحفش.

وتُعتبر البحيرات موارد قيمة بالنسبة للإنسان، فهي كانت طرقاً للسفر والتجارة خلال العصور؛ فالبحيرات الكبرى في أميركا الشمالية، مثلاً، هي طرق داخلية رئيسية للسفن التي تحمل الحبوب والمواد الخام كالحديد الخام والفحم.

كما يستعمل المزارعون مياه البحيرات لريّ أراضي المحاصيل، كون البحيرات تساعد على إبقاء المناخ أكثر اعتدالاً.

وتزوّد البحيرات الكثير من المجتمعات بالمياه. وتُستعمل الإصطناعية منها من أجل تخزين المياه لأوقات الجفاف. كما أنّ البحيرات التي تتكوّن عن طريق مياه السدود تؤمن أيضاً طاقة من المياه المتدفقة؛ وتُغني المياه منها لتشغيل المولدات التي تنتج الكهرباء. وهذه الطاقة التي تدعى قوّة كهربائية، تؤمن تياراً كهربائياً كافياً لإنارة مدن بأكملها.

ونظراً لجمالها المذهل غالباً، تشكّل البحيرات مواقع رائعة للإستجمام ولتعضية العطل.

كما تمكّن موطناً دائماً لبعض الناس. لقد عاش الهنود مثلاً، على بحيرة تيتيكাকা في جبال الأنديز بين البيرو وبوليفيا لعدّة قرون.

مستقبل البحيرات

تسبّب مياه مجاري البلديات والمدن نمواً متفجراً

للطحالب الزرقاء المائلة إلى الخضرة، التي تستطيع أن تخنق بحيرة وتستنفد الأكسجين الذي تعتمد عليه الأسماك والأحياء الأخرى لبقائها. كذلك، فإنّ السماد الكيماوي الذي ينجرّف إلى البحيرات من الأراضي الصالحة للزراعة يلوثها.

ويُعتبر المطر الحمضيّ الخطر الأكبر الذي يواجه البحيرات اليوم؛ وهو ينتج من غازات المصانع السامة، من محطات توليد القوّة الكهربائية، ومن البخار المستنفد من أسطوانات محرّكات السيارات. ترتفع الغازات في الهواء، وقد تحملها الرياح لمئات الكيلومترات؛ وعندما تترسّب الغازات مع الرطوبة في الغيوم، تشكّل حمضيات قويّة تسقط في المطر أو الثلج على البحيرات وتقتل الأسماك، النباتات والأحياء الأخرى. في نهاية المطاف، تترك الأمطار الحمضية البحيرات مجدبة ومن دون حياة.

اليوم، يعتبر الكثير من البحيرات في الولايات المتحدة، كندا، وأجزاء من أوروبا ميتاً أو على طريق الموت بسبب هطول المطر الحمضيّ. يعمل الناس في الكثير من الدول على إيجاد طرق لكبح التلوث الذي يسبّب مطراً أو ندى حمضياً.

في الواقع، إنّ البحيرات من أجلهم وأهمّ موارد الأرض. يتفق الخبراء على أنّ البحيرات يجب أن تبقى نظيفة وخالية من التلوث لتستمرّ في تزويدنا بالمنافع الكثيرة التي نلقتها منها اليوم.

(٧) سمكة الشمس: سمكة نهريّة صغيرة.

(٨) الفرخ: ضرب من السمك النهري.

(٩) القاروس: نوع من الأسماك الفاخرة، لذیذة الطعم، تعرف في مصر باسم القاروس وفي أوروبا باسم Loup في الفرنسية وBass في الإنجليزية.

(١٠) التروتة: السمكة المرفقة.

(١١) سمك الكراكي: سمك نهري ذو رأس طويل مستدق الطرف.

(١) الحفش: سمك ضخم من نوع البالوجا يستخرج منه الكافيار.

(٢) السقار: نبات تستعمل أوراقه الأسطوانية الطويلة في صنع مقاعد الكراسي.

(٣) التيفا أو عشبة البرك: نبات مائي.

(٤) التّم: الإوز العراقي.

(٥) السوامك: من الطيور الغطاسة، يسبح تحت الماء لاصطياد الأسماك.

(٦) الرفاريف: طائر يعيش قرب الأنهار وفتات بالأسماك.



(إلى اليمين): إن البحيرات لا تبقى على حالها متى تشكلت، ولكنها تتغير باستمرار. تماماً كالإنسان، تمر البحيرات بمراحل حياتية مختلفة: الشباب، النضوج، الشيخوخة، والموت. وتخفي ببطء، بما فيها أكبرها، نتيجة لامتلاء أحواضها بالرسابات والمواد النباتية. غالباً ما ينمو عدد متزايد من النباتات في بحيرة ما، معبئاً حوضها ببطء، وتجرف الأمطار التربة والحجارة إلى الحوض؛ كما وتتراكم بقايا السمك وحيوانات أخرى في قعر البحيرة. مع الوقت، تصبح البحيرة مستنقعاً أو سيخاً، وتتحول أخيراً إلى يابسة جافة.

بحيرة بايكال (إلى اليسار): بحيرة تسمى بالروسية أوزيرو بايكال، تقع في الجزء الجنوبي من سيبيريا الشرقية، وهي إدارياً تابعة لجمهورية بورياتيا وإقليم إركوتسك الروسيين. إنها أقصى كتلة مائية على وجه الأرض، إذ يصل أقصى عمق لها إلى ١٧٤١ م. مساحتها ٣١,٥٠٠ كم^٢، وطولها ٦٣٦ كم، ومعدل عرضها ٤٨ كم؛ وتحتوي على خمس المياه العذبة الموجودة على سطح الأرض، أي حوالي ٢٣,٠٠٠ كم^٣. ويصب في بحيرة بايكال ٣٣٦ نهراً ومجرى مائياً، أكبرها السيلينجا والبارجوزين والأنجارا الأعلى والتوركا والسجنابا.

تقع بحيرة بايكال في فجوة تكوينية عميقة، وتربط بها جبال يرتفع بعضها إلى ٢٠٠٠ م فوق سطح البحيرة. ويُعتقد أن الطبقات الرسوبية التي تشكل قاع البحيرة تصل إلى سماكة ٦١٠٠ م. وتقع عند الساحل بقايا براكين خامدة. وما تزال تحركات الأرض مستمرة عند البحيرة؛ فالزلازل العنيفة كثيرة الحدوث، وقد أغرق زلزال في العام ١٨٦٢ حوالي ٢٠٠ كم^٢ في دلتا نهر سيلينجا الواقع إلى الشمال من البحيرة، فخلق خليجاً جديداً في بحيرة بايكال يُعرف بخليج بروفال. وما تزال صدوع في قشرة الأرض ينابيع مياه معدنية حارة.

وليست فجوة البحيرة متناسقة. فالضفاف الغربية تقع تحت سفوح جبلية شديدة الانحدار، بينما الضفاف الشرقية واقعة تحت سفوح جبلية أطف انحداراً. ويتألف حوالي ٨٪ من قاع البحيرة من بقع ضحلة لا يجاوز عمقها الـ ٥٠ م. ويبلغ طول الخط الساحلي المتعرج ٢١٠٠ كم، ويحتوي على فجوات كبيرة هي خلجان بارجوزين وشيفيركويسكي وبروفال وأيايا وفروليخا. وتقع شبه جزيرة سوفاتوي نوس أمام الشاطئ الشرقي للبحيرة. وتحتوي بايكال على ٢٧ جزيرة، أكبرها أولخون (٧٢٥ كم^٢) وبولشوي أوشكاني (٨ كم^٢). وتتوزع البحيرة بالمياه من الأنهار إجمالاً، لا سيما السيلينجا، وتفرغ مياهها إجمالاً في الأنجارا، وهو رافد لنهر النيسي.

مناخ بايكال ألطف من ذلك السائد في الأراضي المحيطة بالبحيرة. ويبلغ معدل درجات الحرارة في كانون الثاني وشباط -١٩ مئوية وفي آب ١١ مئوية. وتتجمد البحيرة في كانون الثاني ويذوب الجليد في أيار. وتبلغ درجة حرارة سطح المياه في آب حوالي ١٣، وتصل إلى ٢٠ في المواقع الضحلة. ويبلغ الارتفاع الأقصى للأمواج ٤٠ م. والبحيرة غنية ببعض المعادن بينما ملوحتها قليلة.

الحياة النباتية والحيوانية في البحيرة متنوعة وغنية. هناك أكثر من ١٢٠٠ نوع حيواني يعيش في أعماق مختلفة، وحوالي ٦٠٠ نوع نباتي يعيش على السطح أو على أعماق قريبة منه. وثلاثة أرباع الأنواع الحيوانية والنباتية خاصة ببايكال. هناك حوالي ٥٠ نوعاً من الأسماك ينتمي إلى سبع فصائل تصنيفية، ومن بين هذه الأنواع ٢٥ نوعاً تنتمي إلى فصيلة واحدة هي فصيلة الكوتيدا Cottidae التي تمتاز أنواعها برؤوسها الضخمة. وأكثر أسماك البحيرة صيداً سلمون الأومول، يليه التيمالوس والسمك الأبيض البحيري والحفش. وفي البحيرة ثديي واحد هو فقمة بايكال. ومن الأسماك المميزة في البحيرة الجولوميانكا من فصيلة الكوميفوريدا، وهي أسماك تضع مواليد حية. ويعيش في المنطقة المحيطة ببايكال ٣٢٠ نوعاً من الطيور.

ومن الصناعات الشائعة على ضفاف بايكال، التعدين (لمادتي الميكا

والزخام) وصناعات السيلولوز والورق وبناء السفن والمصايد والأخشاب. وفي المنطقة، ينابيع معدنية عدة يقصدها المرضى، وأهمها في جورياشينسك وخاكوزي.

وقد ثارت نقمة المدافعين عن البيئة في العام ١٩٦٦ بسبب معمل لب الأشجار والورق القائم على الضفة الجنوبية لبايكال، لأن مخلفاته كانت تلوث مياه البحيرة. وفي العام ١٩٧١، أصدرت الحكومة السوفياتية (يومذاك) مرسوماً قضى بحماية البحيرة من المواد الملوثة.

ويقع مركز دراسات المياه العذبة التابع لدائرة سيبيريا في أكاديمية العلوم في بلدة ليستشيانكا بالقرب من البحيرة، وكذلك مصح بايكال للمرضى. ويقع في بولشي كوتي القرية، محطة بيومائية (مركز لدراسات بيولوجيا، أو علم الحياة، الخاص بالكتل المائية) تابعة لجامعة إقليم إركوتسك.

في الأسفل: تقع في أقصى جنوب جزيرة لوزون (أكبر جزر الفيليبين) بحيرة فريدة من نوعها، إذ يتوسطها أحد أكبر براكين الجزيرة والذي عرفت له ثورات في غاية الخطورة.



الأرض الرطبة

الأرض الرطبة، منطقة من الأرض تبقى مغمورة بالماء، أو مشبعة بالمياه السطحية أو الجوفية، لفترات من الزمن تطول بشكل يكفي لدعم أنواع من النباتات، تعيش في أجواء رطبة. ويختلف غمر المياه في العمق والمدة. تُعتبر الأراضي الرطبة مناطق انتقالية: فهي ليست منطقة يابسة بالكامل، ولا مائية بالكامل، بل تتميز بخصائص المنطقتين معاً.

توجد الأراضي الرطبة في أنواع عدّة من المناخات، وعلى كلّ قارّة من القارّات باستثناء القطب الجنوبي. وهي تتنوّع في كبرها، بدءاً من الفجوة الدردورية^(١) المعزولة، وانتهاءً بمستنقعات الملح الهائلة، كما تتواجد على طول السواحل وعلى البرّ. إنّ بعضاً من تلك الأراضي الرطبة هي أراضٍ حرجية غمرتها مياه الفيضانات. والبعض الآخر يشبه أكثر، المراعي المائية. وهناك أيضاً النوع الذي تغطيه الطحالب والنباتات المماثلة.

أطلق الناس على الأرض الرطبة أسماء عدّة، مثل: الأجمة، أرض الخث، الموحل، المستنقع، السبخة، الملق، المنقع، الفجوة الدردورية،

(١) الفجوة الدردورية: هي فجوة على شكل وعاء.

والحماة. ويعتبر معظم العلماء الأجمة والمستنقعات والأملق، أهمّ ثلاثة أنواع من الأراضي الرطبة.

المستنقعات

يمكن تقسيم المستنقعات في المناطق الساحلية إلى ثلاثة أنواع أساسية وهي: المانجروف، السبخات، والمستنقعات العذبة المدية. أمّا المجموعات الساحلية الهامة الأخرى، والتي لا تعتبر اصطلاحاً مستنقعات، رغم وجودها على الحدود بين الأرض والماء فهي: المجموعات القائمة على الطحالب، طبقات الأعشاب البحرية، والمسطحات الطينية الساحلية.

ويتمّ تحديد الميزات الأساسية للمجموعات البيئية الشاطئية بكمية الطاقة المتوقّرة في الماء لنقل الرواسب. وتأتي هذه الطاقة من التيارات التي تسببها الرياح، وتيارات المدّ والجزر، ومن تأثيرات الأمواج. ففي مناطق الطاقة المرتفعة تجرف المياه الترسّبات الدقيقة وتترك وراءها طبقة صخرية، ومدّاً من الأحجار أو الحصى التي تشكّل موطناً ممتازاً للطحالب. وكلّما خفّت طاقة التيار المائيّ تدريجياً، كلّما استقرّت في القاع ترسّبات من الحصى الصغيرة والرمل إلى الطمي والطين. وتوفّر

الترسّبات الطرية موطناً ملائماً لأحراج المستنقعات المالحة أو المانجروف بين حدود المدّ والجزر، وللعشاب البحرية تحت مستوى الجزر.

وعلى شاطئ يتألف من رؤوس وخلجان متعاقبة، فإنّ الاحتمال الأكبر هو تعرّض الرؤوس لفعل الأمواج القويّة ووجود مجموعات من الطحالب البحرية فيها، بينما يغلب وجود الترسّبات الطرية مع مجموعات من النباتات ذات الجذور، في الخلجان المحميّة. ويجري بحث خصائص المجموعات الشاطئية بحسب نوع إنتاج النبات الذي يعود إليها.

مستنقعات المانجروف

توجد على طول الشواطئ الإستوائية وشبه الإستوائية في العالم، وعادة بين خطّي عرض ٢٥° شمالاً و٢٥° جنوباً. ومستنقع المانجروف هو مجموعة من الأشجار الملحية والشجيرات والنباتات الأخرى التي تنمو في مياه المدّ المالحة إلى قليلة الملوحة على الشواطئ الإستوائية وشبه الإستوائية. وتُعرف هذه المستنقعات الحرجية والشاطئية (والتي يدعوها بعض الباحثين «المانجال»)، بسمعتها السيئة بسبب المناهات التي تشكّلها نباتاتها الحرجية والتي يتعدّر

دخولها، وأيضاً بسبب مجموعاتها الخثيّة غير المتماسكة ومظاهر التكهيف التي تواجه بها مشكلتي الفيضانات والملوحة. ويوجد ما يقارب ٦٨ نوعاً من أشجار المانجروف في العالم. ويُعتقد أنّ توزيعها غير المتساوي يرتبط بانجراف القارّات، وربما أيضاً بنقلها من قبل الإنسان البدائي. وتكثر مستنقعات المانجروف بشكل خاصّ في منطقة الهند - غرب المحيط الهادئ حيث يوجد أكبر عدد من أنواعها - من ٣٠ إلى ٤٠ نوعاً، بالمقارنة مع حوالي ١٠ أنواع في أميركا الشمالية والجنوبية.

وفي المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية، تحتلّ أشجار المانجروف عادة مناطق الترسّبات الطرية التي تقع بين حدّي المدّ والجزر. ويمتدّ تحتها مزيج مشتع بالماء من الطين وأوراق المانجروف المنحلة، يحتوي على كمية قليلة جدّاً من الأكسجين. من جهة أخرى، يقوم جهاز من الجذور الممتدّة فوق الأرض بتأمين الهواء للأشجار. وتشكّل هذه الشبكة من الجذور الهوائية كتلة متراصة تحتبس الترسّبات، لكنّها تجعل من الصعب جدّاً على الحيوانات الكبيرة (أو الإنسان) دخول غابة المانجروف. وتنمو الطحالب البحرية الصغيرة والطحالب الجهرية على

أحد مستنقعات ولاية لويزيانا



بطريقة شبيهة جداً بتلك التي اعتمدت في هولندا وبلجيكا.

تأكل الحيوانات قسماً ضئيلاً جداً من نباتات السبخات، أما القسم الباقي فيموت ويتحلل ويصبح معلقاً في الماء على شكل جزيئات صغيرة (الفئات). وكان الاعتقاد السائد في وقت من الأوقات أنّ انتقال هذه الجزيئات (الفئات) مع انحسار المد يؤمن كميات كبيرة من الغذاء للحيوانات في المصبات أو المياه الساحلية المجاورة. إلا أنّ الدراسات الميدانية المفصلة فشلت في دعم هذه النظرية. ويُعتقد الآن أنّ معظم نتاج السبخات يتحلل بواسطة الجراثيم وأنواع الفطور، وأنّ المواد المغذية للنبات يُستفاد منها مجدداً داخل المستنقع. إنّ المستنقعات المالحة هي مواطن هامة للمحار والقريدس والسلاطين والسماك المسطح وسماك البوري، كما ويعتمد عليها عدد كبير من الطيور التي تتوقف عندها خلال رحلتها للهجرة.

مستنقعات الماء العذب المديّة

تتضمّن هذه الفئة مستنقعات الماء العذب القريبة ما يكفي من الشواطئ، لكي تتعرّض

المصبات والأهوار^(١)، هي الجانب المحمي من لسان أرضي تكثر فيه الحصى أو الرمال. وتترك التيارات الساحلية المواد الأكثر خشونة على الشواطئ، وتحمل المواد الخفيفة حتّى تصل إلى حيث المياه أكثر هدوءاً خلف الحاجز. وعندما تنمو النباتات في تلك المنطقة، فإنّها تبطئ من تدفق المياه، فتسبب بذلك في تراكم المزيد من الطمي. ويوجد على سواحل أميركا الشمالية المطلة على الأطلسي أكثر من ٦٠٠,٠٠٠ هكتار من السبخات.

وعلى الجهة الأوروبية من شمال الأطلسي، تضمّ الحياة النباتية مكونات هامة أخرى كقرنفل البحر وخزامى البحر ولسان الحمل البحري. وقد استُعملت مناطق واسعة من المستنقعات المالحة في أوروبا عبر الزمن، لرعي الماشية والخراف، الأمر الذي أدّى إلى سيطرة أعشاب Festuca^(٢) في هذه المناطق.

وكان المستوطنون الأوائل في شمال أميركا في كثير من الأحيان يقيمون السدود حول المستنقعات لدرء مياه البحر. وكانت الأراضي المستصلحة تُستعمل للزراعة

لمعدّل انخساف الأرض أو أكبر منه، وحيثما توجد حماية كافية من الأمواج المدثرة والعواصف. وتشهد السبخات تعقيداً في تركيبة وتوزّع النباتات والحيوانات والجراثيم بداخلها. وتسيطر على هذه السبخات النباتات ذات الجذور التي تغمرها المياه مع تعاقب المد والجزر، وبشكل خاص الأعشاب التي تتحمّل نسبة عالية من الملوحة.

وتنسجم الحياة النباتية والحيوانية في هذه المستنقعات مع الضغوطات الناتجة عن التقلّب في نسبة الملوحة وتعاقب الجفاف وفيضان المياه، وأيضاً عن التقلّبات الحادة اليومية والفصلية في درجة الحرارة. إنّ السبخات هي من أكثر المجموعات البيئية إنتاجية في العالم. إنّ شبكة معقدة من الجداول الناجمة عن المد، والتي تبيّن مستويات المياه المتقلّبة وتحمل العوالق والأسماك والمواد المغذية جيئةً وذهاباً عبر المستنقع، تشكّل قنوات لتبادل الطاقة والمواد مع المنفذ إلى البحر المجاور. وتشكّل السبخات حدوداً مشتركة هامة بين البيئتين البرية والبحرية.

إنّ أكثر المواقع انتشاراً للسبخات، بعد

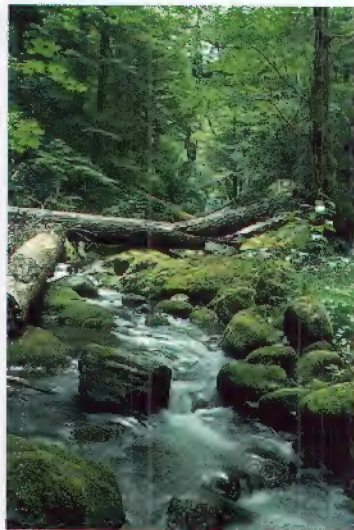
جذوع وجذور المانجروف، كما تنمو الطحالب المجهرية على سطح الطين. وتقوم هذه المواد، مضافة إليها أوراق المانجروف المنحلة، بتأمين الحياة لمجموعة حيوانية غنية ومتنوعة. فغالباً ما توجد أنواع من السلطعون والقريدس بكثرة، وتكثر أيضاً أنواع عدّة من البطليونس والحلزونات. كذلك يوجد نوع من الأسماك طوّر قدرته على الخروج من الماء والتنقل في الطين لملاحقة طريدته في المانجروف، وأيضاً كركند الوحل الذي يعيش في جحور. وبما أنّ العوالق الموجودة في المياه الساحلية المجاورة غالباً ما تكون غير منتجة نسبياً، فإنّ إنتاجية أحراج المانجروف تشكّل عنصراً هاماً في إنتاجية منطقة الشاطئ ككل.

السبخات

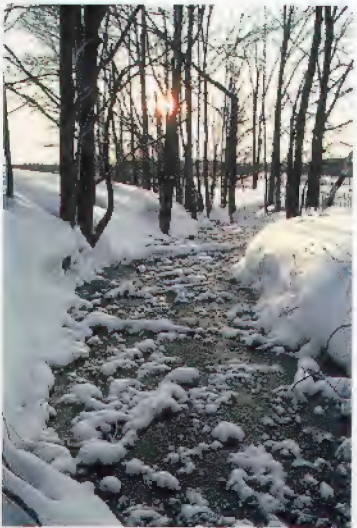
على طول الشواطئ الواقعة ضمن حدي المد والجزر على خطوط العرض المتوسطة والعليا عبر العالم، تحلّ السبخات مكان مستنقعات المانجروف الموجودة على شواطئ المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية. وتكثر هذه المستنقعات في كلّ مكان يكون فيه تراكم الترسّبات مساوياً

(١) الهور: بحيرة تجري إليها المياه ففيض وتنتفع.

(٢) Festuca: نبتة تنمو في الأراضي الرطبة ويبلغ طولها بين ٢٥ سم و١٢٠ سم، تُستعمل كمغذّى للأبقار.



الأراضي الرطبة



لموجات مدّ هائلة، والبعيدة ما يكفي باتجاه أعلى مجرى النهر في منطقة المصب، لكي تبقى بمنأى عن مياه المحيط المالحة. وتسيطر مثل هذه الظروف عادة في الأمكنة التي تصل فيها مياه الأنهر العذبة إلى الشاطئ، وحيث يعمل شكل الشاطئ على تضخيم موجات المد، كلما توغلت في اليابسة. والمستنقعات الماء العذب المدية، أهميتها الخاصة إذ أنها تتلقى من المد «الموارد» ذاتها التي تتلقاها المستنقعات المالحة الساحلية بعيداً عن وطأة الملوحة. وتشبه مستنقعات الماء العذب في نواح كثيرة المستنقعات المالحة، لكن حيواناتها ونباتاتها تعكس الزيادة في التنوع التي أصبحت ممكنة بفضل انخفاض نسبة الملوحة الموجودة في المستنقعات المالحة. وتنوع النباتات في المستنقعات العذبة تنوعاً كبيراً، كما أنّ أنواع الطيور التي تستفيد منها، أكبر من تلك التي تستفيد من أي نوع آخر من المستنقعات. وفي معظم أنحاء العالم، تتطابق أماكن وجود مستنقعات الماء العذب المدية مع مواقع يحددها البشر، باعتبارها الأكثر ملائمة للسكن وتطور المدن (أي المواقع التي تؤمن مصادر مياه عذبة ومنافذ على البحر للملاحة). لهذا فإنّ مستنقعات الماء العذب المدية هي من أكثر أنواع المستنقعات التي تعرّضت للتشويه أو للتدمير بسبب التطور المدني عبر العالم. وتوجد أمثلة على وقع التطور السكاني على المستنقعات في جون شيسايليك وفي جنوب نهر ديلوير في شرق الولايات المتحدة.

الشلال

يتكوّن الشلال بسقوط النهر من مكان مرتفع من فوق حرف صخري. تتسبّب المياه التي تنزل من مكان مرتفع بعملية تعرية عند الأسفل. وتقوم الحجارة والحصى التي تحملها المياه بحك الصخور ممّا يؤدي إلى حتّها. يتشكّل الشلال أحياناً عندما يجري النهر فوق صخر صلب ثم فوق صخر أكثر ليونة. يحدّث النهر الصخر اللين ويزيله بسهولة فيتشكّل حُرف يسقط النهر من فوقه.

يمكن شلالاً أن يجري عبر صدع أو شقّ في سطح الأرض. ويمكن عدداً من الشلالات أن ينشأ على طول خطّ للسقوط - وهو الخطّ الذي يسقط على طول نهران متوازيان من فوق حُرف عند جريانها من أرض مرتفعة إلى أرض منخفضة. يمكن شلالاً أن يهبط من فوق

حافة هضبة. ويمكن الشلالات أن تندفع أيضاً من الأودية المعلقة في المناطق حيث غيّرت أنهار الجليد شكل الأرض. ونجد الأودية المعلقة في أعلى جدران الأودية الجليدية^(١) التي على شكل U.

بعض الشلالات تثير بمظهرها التعجب والإعجاب. عند شلالات فيكتوريا، في زيمبابوي وزامبيا في أفريقيا، يندفع نهر الزمبيزي من علو ١٠٧ م من فوق حُرف صخر بركاني.

أحد أوسع شلالات العالم مياه نهر إيجواسو الهادرة، عند الحدود بين البرازيل والأرجنتين. وتمتدّ هذه الشلالات الهائلة على أكثر من ٣ كم من ضفة إلى ضفة.

تسقط شلالات الملاك Angel Falls، وهي أعلى شلالات في العالم، عن علو ٩٧٩ م في شعب^(٢) منعزل في غابة مطر فينزويلية.

لنهر نياجارا شلالان، أحدهما في ولاية نيويورك والآخر في أونتاريو، كندا. لا يتجاوز ارتفاع كلّ واحد منهما ٦٠ م ولكن عرضهما معاً يفوق الكيلومتر.

يستعمل النياجارا وغيره من الشلالات التي تؤمن كميات ضخمة من المياه، لتوليد الطاقة الكهربائية. يجري مقدار هائل من المياه في شلالات نياجارا، يصل إلى ٥٥٢٥ م^٣ في الثانية.

تشكّل الشلالات حواجز أمام الملاحة، لذلك يتم أحياناً إنشاء قنوات للإلتفاف حولها. شلالات نياجارا، مثلاً، تعترض سبيل المرور بين بحيرة ايري وبحيرة أونتاريو على نهر نياجارا. في القرن التاسع عشر، تمّ إنشاء قناة ويلاند لجعل المرور بين البحيرتين ممكناً.

قوس قزح

قوس قزح هي قوس دائرية من الألوان تظهر في السماء عندما تضيء أشعة الشمس قطرات المطر. وليست قوس قزح جسماً مادياً، بل هي شكل ضوئيّ تساهم فيه أعداد هائلة من قطرات المطر. وقد تمتدّ قوس قزح عبر السماء كلّها، وتبدو نهايتها وكأنّها تتركز على الأرض. ولا تشكّل جميع أقواس قزح أقواساً كاملة، لأنّ قوس قزح لا يمكن أن يظهر في جزء من السماء خالي من المطر.

عندما تنظر إلى قوس قزح تكون في مركزها، والشخص الواقف قريب يكون في مركز قوس قزح أخرى، أي بكلام آخر قوس قزح تساهم في تشكيلها مجموعة أخرى من

قطرات المطر. وبالتالي، فإنّ كلّ شخص يرى قوس قزح مختلفة عن الآخر.

كيف نجد قوس قزح؟

تجذب قوس قزح التي تكون بشكل قوس كاملة، انتباهنا على الفور، ولكن، في بعض الأحيان، لا يمكن رؤية سوى قطع منها. فمعرفة أين ومتى نبحث عن قوس قزح تساعدنا على إيجادها.

تظهر أقواس قزح في أغلبية الأحيان في نهاية النهار، ولا سيما حيث تتشكل العواصف الرعدية المحلية خلال النهار في أيام الصيف الحارّة، وترسل أمطاراً في أواخر فترة بعد الظهر، قبل أن تبدّد في المساء. ولإيجاد قوس قزح، يجب أن تولي ظهرك للشمس، ثم تحدّد النقطة المقابلة للشمس بالنسبة لك، وهي تكون في اتجاه ظلّ رأسك. وتقوم بعد ذلك بتفحص السماء متبعاً شكل قوس على ٤٢° تقريباً فوق النقطة المقابلة للشمس. وتُعرف قوس قزح في هذا الموضع بقوس قزح الأولية، وتكون حمراء على الطرف الخارجي وبنفسجيّة على الطرف الداخلي، مع تدرّج ألوان عدّة بين الطرفين.

وإذا نظرت فوق هذه القوس بحوالي ٩ درجات، قد ترى قوس قزح ثانوية أقلّ زهواً من الأولى وذات ترتيب معكوس للألوان. وترى بين قوسي قزح منطقة داكنة نسبياً تُعرف بشريط ألكسندر الداكن.

كيف تظهر أقواس قزح؟

لفهم بعض سمات أقواس قزح العائمة، من المفيد اعتبار أنّ ضوء الشمس يمكن أن ينقسم إلى الكثير من الأشعة المتوازية. وتكون هذه الأشعة منتظمة التباعد، عندما تصل إلى سطح قطرة المطر. ومن المفيد أيضاً الإطلاع على طبيعة الضوء الموجية، وعلى الطريقة التي يحرف بها الموشور^(٣) الضوء.

طبيعة الضوء الموجية: الضوء شكل من أشكال الطاقة يسلك في بعض الأوجه سلوك الموجات. وللموجات الضوئية مجموعة كبيرة من الأطوال الموجية المختلفة. والطول الموجي هو المسافة بين أي نقطة على موجة ما والنقطة المقابلة لها على الموجة التالية. ويظهر الضوء المرئيّ المختلف الأطوال الموجية، على شكل ألوان مختلفة. ويظهر الضوء ذو أكبر الأطوال الموجية أحمر اللون، ويظهر الضوء ذو أقصر الأطوال الموجية بنفسجيّ اللون.

يتضمّن ضوء الشمس مزيجاً من الأطوال الموجية. نرى هذا المزيج من الأطوال الموجية كضوء أبيض. ويحدّد الناس الألوان في ضوء الشمس، من الطول الموجي الأطول إلى الأقصر، كأحمر وبرتقاليّ وأصفر وأخضر

وأزرق وبنفسجيّ. وتدرّج جميع هذه الألوان إلى الألوان المجاورة لها، لكنّ كلّ درجة تشكّل بحدّ نفسها لوناً. وتخلق الطبيعة ألواناً أكثر بكثير من الألوان التي أعطاها الإنسان أسماء.

كيف يحرف الموشور ضوء الشمس؟ ينكسر (ينحرف) الضوء عندما يمرّ عبر الموشور. والضوء بطول موجيّ معيّ لا ينحرف إلّا وفق زاوية واحدة محدّدة. وبالتالي عندما يمرّ ضوء الشمس - بمزيج الأطوال الموجية التي يتضمّن - عبر الموشور، ينقسم إلى شريط من الألوان شبيه بقوس قزح. وينحرف الضوء ذو أكبر الأطوال الموجية بأقلّ قدر ممكن، ويبدو أحمر اللون. أمّا الضوء ذو أقصر الأطوال الموجية فينحرف بأكثر قدر ممكن، ويبدو بنفسجيّ اللون.

كيف تشكّل قطيرات الماء قوس قزح؟ عندما تدخل أشعة الضوء الأبيض المنتظمة التباعد في قطرة مطر، تعمل قطرة الماء عمل الموشور. وهكذا، فإنّ كلّ شعاع من الضوء الأبيض ينقسم إلى عدّة أشعة تتوافق مع جميع الألوان الموجودة في ضوء الشمس. وينحرف كلّ شعاع من الضوء الملون وفق زاوية مختلفة.

ينعكس بعض أشعة الضوء الملون على السطح الداخلي لقطرة المطر، ثم يخرج من القطرة. وعند خروجه، ينحرف مرة أخرى. وتتركّز الأشعة الموجودة في الضوء تركيزاً مرتفعاً عند زاوية تجاوز ٤٢° بالنسبة لمسار دخول أشعة الضوء الأبيض الأولية.

وتخرج هذه التركيزات من الأشعة من الكثير من قطرات المطر. وتصل هذه الأشعة إلى المراقب الذي ينظر إلى السماء بنحو ٤٢° فوق النقطة المقابلة للشمس. وبنتيجة ذلك، يرى المراقب قوس قزح أوليّة تنتظم فيها الألوان بالترتيب التالي، من الحدّ الخارجي إلى الحدّ الداخلي: أحمر، برتقالي، أصفر، أخضر، أزرق، بنفسجيّ.

وتنعكس أشعة أخرى من الضوء الملون مرتين على السطح الداخلي لقطرات المطر، ثم تخرج من القطرات مركّزة عند زوايا تجاوز ٥١°. ويرى المراقب بالتالي قوس قزح ثانوية عند ٥١° تقريباً فوق النقطة المقابلة للشمس.

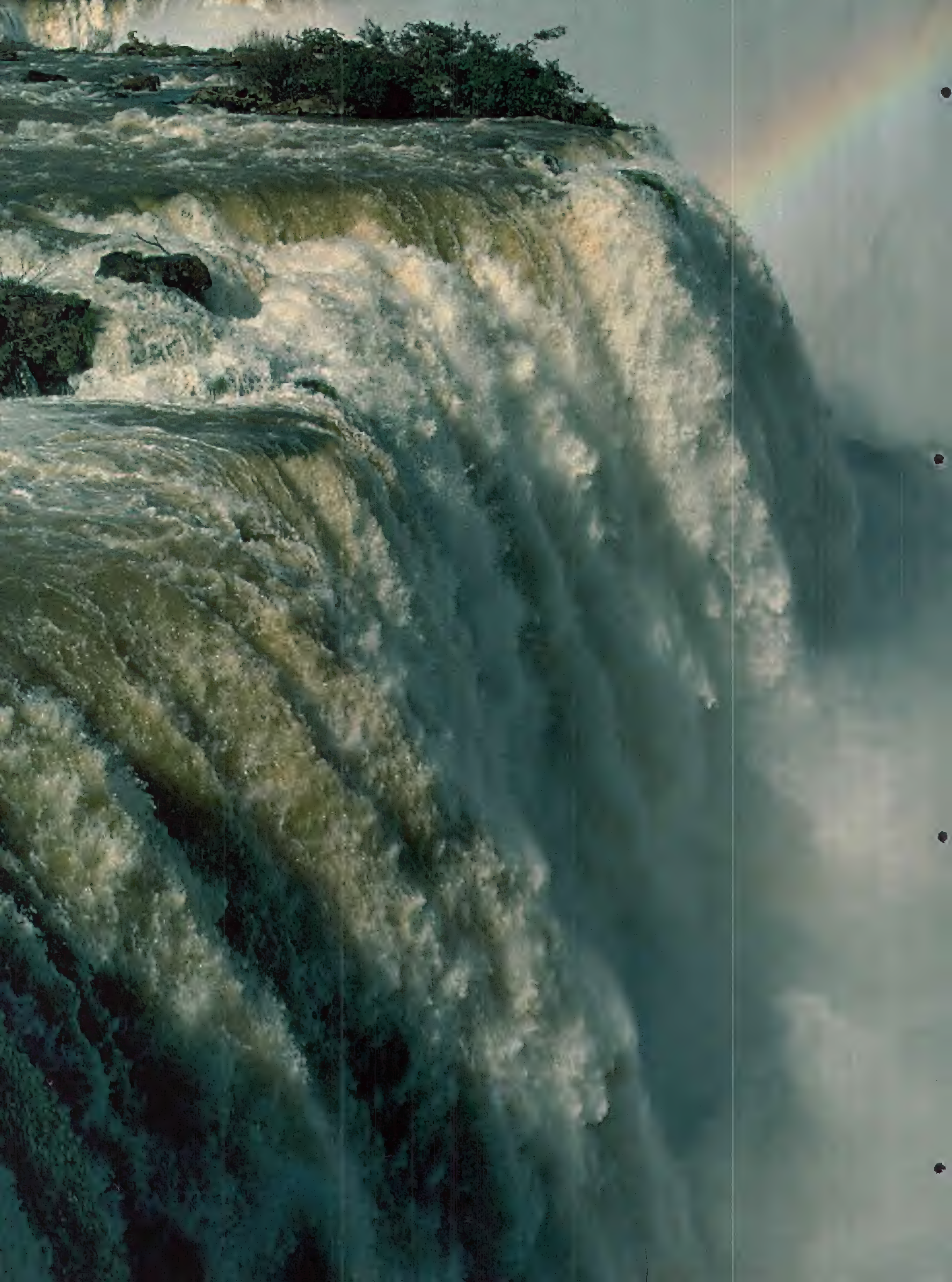
أنواع أخرى من الأقواس:

يستعمل الناس أحياناً عبارة قوس قزح للإشارة إلى الأقواس الملونة التي تتشكل في رذاذ البحر أو رذاذ الشلالات أو خراطيم المياه أو مرسّات المرحلات. ويمكن مشاهدة هذه الأقواس حتّى عندما تكون الشمس عالية في السماء.

(١) الأودية الجليدية: تحت قعرها وجوانبها الأنهار الجليدية فجعلها أعق وأوسع.

(٢) الشعب هو المرفج بين جبلين.

(٣) الموشور: مجسم من بلّور قاعدته مثلثة الأضلاع.





الألب البريتية (سويسرا): في الجهة اليسرى من الصورة، تبدو أعلى قمة في السلسلة، فينستيرار، التي تصل إلى ارتفاع ٤٢٢٤م، والتي ينطلق منها نهر أوتنير الجليدي، الذي ينزل متمججاً حتى بحيرة جريمزل. المظهر الطبيعي مظهر غودجي لجبال الألب العالية التي تتميز بالقساوة والجفاف إلى حد ما، فالقمم والسفوح الشديدة الانحدار تتعرض بشكل دائم للحث والتفتيت بفعل تجدد الماء وذوبانه، وأيضاً للحفر والتآكل والتعرية بفعل عمل الأنهار الجليدية الكثيرة.

الجبال

الجبل تكوين يرتفع بشكل بارز فوق ما يحيط به. ويتميز الجبل، عموماً، بمنحدرات شديدة التحلر وقمة ضيقة نسبياً وارتفاع شاهق. لكلمة جبل معنى طوبوغرافي وجيولوجي، وتشير، بشكل عام، إلى ارتفاعات تتجاوز ٦١٠ أمتار.

بالمقارنة مع التلة، يتميز الجبل بكونه أكثر علواً وأكبر حجماً. ويختلف الجبل عن الهضبة في أن سطحه شديد الوعورة، فيما سطح الهضبة مستوي. ينتهي معظم الجبال بقمم مسننة، لكن الكثير منها يحمل قمماً مسطحة. ويشكل جبل إيفيرست، الذي يقع عند الحدود بين الصين والهند، أعلى قمة في العالم، إذ يرتفع ٨٨٤٨ متراً فوق مستوى سطح البحر.

يمكن قياس ارتفاع الجبال بواسطة بارومتر معدني، مصمم لتسجيل التغيرات في الضغط الجوي التي ترافق تغير الارتفاع، أو بواسطة الرادار، أو بالطريقة التقليدية القائمة على المسح التلثيقي^(٥) Triangulation Survey لنقاط ذات ارتفاعات معروفة. وتسمح الأقمار الصناعية الحديثة بتحديد ارتفاع أية قمة نائية على سطح الأرض.

وترتبط الجبال التحيرية، وتكون عادة مخاريط بركانية، بسلاسل جبال وسط المحيط أو المواقع الساخنة في الأرض. ويشكل بركان ماونا لوا الضخم الواقع في جزيرة هاواي، أحد أكبر الجبال في العالم. فهو يرتفع ١٠ كيلومترات فوق قاع البحر، منها ٤ كيلومترات فوق سطح الماء، ويصل قطر قاعدته إلى ٩٧ كيلومتراً.

لعبت الجبال دوراً هاماً في تاريخ البشر، فقد

(٥) تلثي، مثلث: يقاس ارتفاع جبل بحساب المثلثات.

الهازر والغابة السوداء في ألمانيا، وفي الماسيف سنترال في فرنسا.

الجبال البركانية: تتكون هذه الجبال نتيجة تراكم سيول الحمم وطبقات من الغبار البركاني المتصلب المعروف بالتلة Tuff. ونجد هذا النوع من البراكين الطباقية في شمال غرب أميركا الشمالية الواقع على المحيط الهادئ، وفي اليابان. وتشكل هذه الجبال نموذجاً من مخاريط شديدة التحلر متكونة حول فجوة أنبوبية مركزية. ويمكن أن يتغير هذا الشكل المخروطي نتيجة ثورات جانبية، كما في حالة جبل سانت هيلين في ولاية واشنطن، أو نتيجة انهيار الفجوة الأنبوبية المركزية بسبب تراجع الصهارة. ويشكل ذلك حفرة تُعرف بالكالديرا. ومن الجبال البركانية التي تحمل كالديرا، نذكر جبل مازاما في ولاية أوريغون الأميركية وكراكاتاو في أندونيسيا.

الجبال الهضابية: تتكون هذه الجبال في مجموعات، عندما تنتقل فجوة طبقات سلسلة جبال إلى الطبقات الأفقية التي تكون هضبة بزلتية شبه عارية من الأشجار ومنحثة إلى حد بعيد. لكن هذه الأشكال الطوبوغرافية هي في الحقيقة جبال مزينة ناتجة عن تحات هضبة - كجبال كاتسكيل في نيويورك مثلاً. وترافق هذه الأشكال الهضاب الكبرى في العالم مثل هضبة الكولورادو والنيبي والآنديلاو (السهول العالية) في أميركا الجنوبية.

نظريات تكوين الجبال

تحتوي كل قارة على نوعين أساسيين من وحدات البناء: الميخات والجبال. الميخ هو الترس هو النواة الصخرية القبيكسيرة التي تراكمت حولها القارة. وتحيط بالمخات جبال مكونة من طبقات شديدة التصدع وكثيرة الطلثات ومن الصخر البركاني.

ويصل قطر قاعدة الجبال المقبية في بعض الأحيان إلى مئات الكيلومترات. ويمكن أن تنشأ هذه الجبال أيضاً من انحناءات قبة بنبوية. ومن الأمثلة النموذجية للجبال المقبية، نذكر بلاك هيلز (التلال السوداء) في ساوث داكوتا في الولايات المتحدة والويلد Weald في جنوب شرق إنجلترا.

جبال الطي: تتميز هذه الجبال بطي واسع النطاق، ناتج عن الانضغاط الجانبي للصخور الطباقية الذي يزامن أو يليه دفع إلى الأعلى. وتتكون جبال الطي البسيطة حيث تغطنت الصخور الرسوبية نتيجة انزلاقها، فوق قاعدة من الصخور البركانية أو المتحولة. وتضاهي هذه العملية، إلى حد ما، دفع سجاد ممدودة على الأرض باتجاه الحائط لتشكيل تغطنات كبيرة. وتظهر، في هذه الجبال، سلاسل متعاقبة من الوديان المستقيمة المتوازية والمرتفعات.

تُحفر الوديان في الصخور الطرية، فيما تبقى الصخور الأكثر صلابة على شكل سلاسل جبال أو مرتفعات. ونذكر من جبال الطي المعروفة جبال الأبلش في أميركا الشمالية، وجبال الجورا السويسرية الواقعة بين فرنسا وسويسرا.

جبال الكتل الصدمية: تتكون هذه الجبال نتيجة تصدع سطح الأرض. عند حدوث صدعين متوازيين، ترتفع الكتلة الموجودة بينهما لتشكيل جبل اندفاعي، أو تسقط لتشكيل واد صدعي، يُعرف بالأخدود. ويمكن إطلاق اسم جبال الكتل الصدمية على المرتفعات المكونة من الكتل الصدمية المائلة والمرتفعات المصدعة المعقدة. ونجد هذا النوع من الجبال في ولايات نييفادا ويوتا وأريزونا الأميركية، حيث تشكل مناطق تتعاقب فيها الأحواض والجبال. وفي بعض الحالات، يؤدي زوال التكوينات الحديثة العهد التي تغطي الكتل الإندفاعية إلى خلق أراض متخلقة، كما في أراضي

شكلت حدوداً سياسية جغرافية بين البلدان، وحواجز طبيعية أمام الهجرة والنقل. كما أنها شكلت ملاذاً للثقافات والاقتصادات الجبلية المتميزة كالتي ازدهرت في دولتي التيب والنيبال في جبال الهيمالايا. وتحتوي الجبال عادة على موارد معدنية وطاقات مائية كامنة، لكن استغلالها يكون في الكثير من الأحوال مرتفع الكلفة.

وكثيراً ما تترافق الجبال، مثل الجبال الممتدة على طول المناطق الساحلية لولايات واشنطن وأوريغون وكاليفورنيا الأميركية، مع أحوال جوية خاصة. فالكتل الهوائية الرطبة الآتية من المحيط الهادئ تُجبر على الصعود فوق هذه الجبال، فتتخفض حرارتها، وتلقي كمية كبيرة من الأمطار على المنحدرات المواجهة للريح. وتُعرف هذه الآلية بالتأثير الجبلي. وتكون السفوح الشرقية في ظل المطر، حيث تسقط كمية أقل بكثير من الهواطل.

وتتنفخ رياح الفونة Foehn والشينوك Chinook الحارة الجافة نزولاً على السفوح، فتذيب الثلج في الكثير من الأحوال، وتسبب الانهيارات الثلجية أو تجف الأرض التي تنفخ فوقها.

أنواع الجبال

يمكن تحديد معظم أنواع الجبال الموجودة على الأرض من ناحية بنيتها الجيولوجية. وبالرغم من أن معظم سلاسل الجبال معالم مشتركة، فإنه يمكن جمعها في خمسة أنواع محددة.

الجبال المقبية: نجد هذه الجبال حيث تتعرض منطقة من الصخور الرسوبية المستوية لالتواء أو تقوس باتجاه الأعلى، فتشكل قبة بنبوية. وتتصف طوبوغرافيا هذه الجبال بسطح مشطّر ومستوي نسبياً ينحدر تدريجياً إلى الأراضي المنخفضة المحيطة أو إلى الأحواض.

وتتشكل الجبال بعمليات تكوين مختلفة. ففي أواسط القرن التاسع عشر، اعتبر العلماء أنَّ تكوين الجبال يشمل تشويه الصخور داخل الجبال وتشكل الطوبوغرافيا الجبلية على حدٍّ سواء. أما اليوم، فيعتبر معظم الجيولوجيين أنَّ تشكل الطوبوغرافيا الجبلية يلي تكوين الجبال. ويشمل تكوين الجبال العمليات التي تشكلت بها البنى في المناطق الجبلية التي تؤلف أحزمة من الطيات، بما في ذلك الاندفاع إلى الأعلى وتشكل الطيات والتصدع في طبقات الأرض الخارجية.

وتأتي معرفتنا بطريقة تكوين الجبال من تحليل سلاسل الجبال الشديدة الارتفاع والحديثة التكوين جيولوجياً، مثل الهيمالايا في آسيا والألب في جنوب وسط أوروبا. وقد قُدمت كذلك سلاسل الجبال القديمة والحالية، مثل جبال الأبالاش في شرق أميركا الشمالية والحزام الكالكيدوني في شمال غرب أوروبا، معلومات قيمة حول عمليات تكوين الجبال. ويعتقد الجيولوجيون أنَّ الأحزمة الجبلية الحديثة التكوين مرتبطة بالتكتونية العامة على الأرض. وفي القرن التاسع عشر، جاء الجيولوجيون بنظرية القعائر (الطيات المقعرة) لتفسير تكوين الجبال المؤلفة من الصخور الرسوبية. وتقول هذه النظرية إنَّ الرسابات السميكة جداً التي تراكمت في أحواض كبيرة، أو قعائر، تتعرض للقوى الانضغاطية التي تخلق الطيات والصدوع، وتحوّل الصخور، وتكوّن في النهاية سلسلة جبلية.

في إطار تكتونية الصفائح، يحدث تكوين الجبال بشكل رئيسي عند حدود الصفائح المصطدمة بعضها ببعض. في هذه الأماكن، تتغصّن التراكمات الرسوبية على السطح وتشكّل جبالاً

مطوية. ويبدأ النشاط البركاني الذي قد يؤدي إلى تشكل أحزمة بركانية. ونجد مثلاً على هذا النوع من تكوين الجبال على طول ساحل المحيط الهادئ لأميركا الجنوبية، إذ ترتفع جبال الأنديز حيث تصطدم الصفائح الأميركية وضيعة ناسكا، الواحدة بالأخرى. ويمكن أن يؤدي تصادم قارّتين إلى تكوين سلسلة جبال من القشرة القارية السميكة. وتشكّل الهيمالايا مثلاً ممتازاً للجبال التي تتكوّن نتيجة تصادم قارّتين، وقد بدأت هذه السلسلة بالتشكل منذ ٢٥ مليون سنة، عندما اصطدمت الصفائح الهندية الأسترالية بالصفائح الأوراسية.

ووفقاً لنظرية زحزحة القارّات التي تقدّم بها الأرصادي الألماني ألفرد فيجنر، تتكوّن الجبال بتغصّن القشرة على طول الحافة المتقدّمة للقارّة التي تزيح عبر قاع البحر. ويُعتبر هذا المفهوم عادة نتيجة طبيعية لنظرية تكتونية الصفائح الحديثة. وتنتج القوى الفاعلة في تكوين الجبال، عن التشوّه التكتوني لقشرة الأرض.

المناخ الجبلي

تؤثر الجبال بسبب ارتفاعها الشاهق في المناخ والغطاء النباتي بطرق عدّة مختلفة. ففي العروض الجغرافية نفسها، يلعب الارتفاع فوق مستوى سطح البحر دوراً هاماً في تحديد الشروط المناخية. وكثيراً ما تنتج حقول الثلج وأنهار الجليد الموجودة في المرتفعات العالية، حيث نادراً ما تتجاوز درجات الحرارة نقطة التجمّد، عن المناخات المحلية. ويشهد مناخ الأراضي المرتفعة تغييرات كبيرة في درجة الحرارة بين النهار والليل. وتتلقّى المناطق الجبلية،

نموذجياً، كميات أكبر من الهواطل ممّا تلقاها المناطق المنخفضة المحيطة. وتميل سفوح الجبال المواجهة للرياح إلى أن تكون غائمة وماطرة أكثر، وتشهد ترواحاً أقلّ في درجات الحرارة. وتكون السفوح المدايرة للرياح (في اتجاه الريح) جافّة ومشمسة أكثر، وتشهد تغييراً كبيراً في درجات الحرارة.

النطاق الشجري هو الارتفاع الذي لا ينمو الشجر بعده. ويتوقّف موقع هذا النطاق على درجة الحرارة والتربة وتصريف الماء وغيرها من العوامل. ويُفترض بالنطاق الشجري في الجبال أن يكون أعلى دائماً في المناطق القريبة من خطّ الاستواء، ممّا هو عليه في المناطق المجاورة للقطين، لولا كمية الأمطار الغزيرة في الجبال الإستوائية التي تخفّض درجة حرارة الجو. ويشهد بعض الجبال في غرب الولايات المتحدة نطاقين شجريّين: نطاقاً شجريّاً منخفضاً جافاً، ونطاقاً بارداً يمتدّ على ٦٠٠ إلى ١٢٠٠ متر تقريباً فوق الخطّ الشجريّ الجاف. وكثيراً ما تتعرض الغابات المجاورة للنطاق الشجريّ على السفوح المواجهة للرياح، للإلتواء بسبب الرياح القويّة التي تعمق أيضاً نموّها، فتعطي أشكالاً غريبة تُعرف بالأحراج القزمية. في نصف الكرة الشمالي، تكون الطلّق الشجرية أوطأ نوعاً ما، ويمكن أن يكون الغطاء النباتي أكثف على سفوح نصف الكرة الجنوبي.

تأثير الجبال في حياة الإنسان

كثيراً ما تكون الأراضي الجبلية نافعة ومعيقة على حدٍّ سواء، بالنسبة للإنسان. فقد وُفّرت الجبال الحماية من الجيران الطامعين. وحقق السويسريون نجاحاً وازدهاراً كبيرين في بيعتهم الجبلية، لأنّها

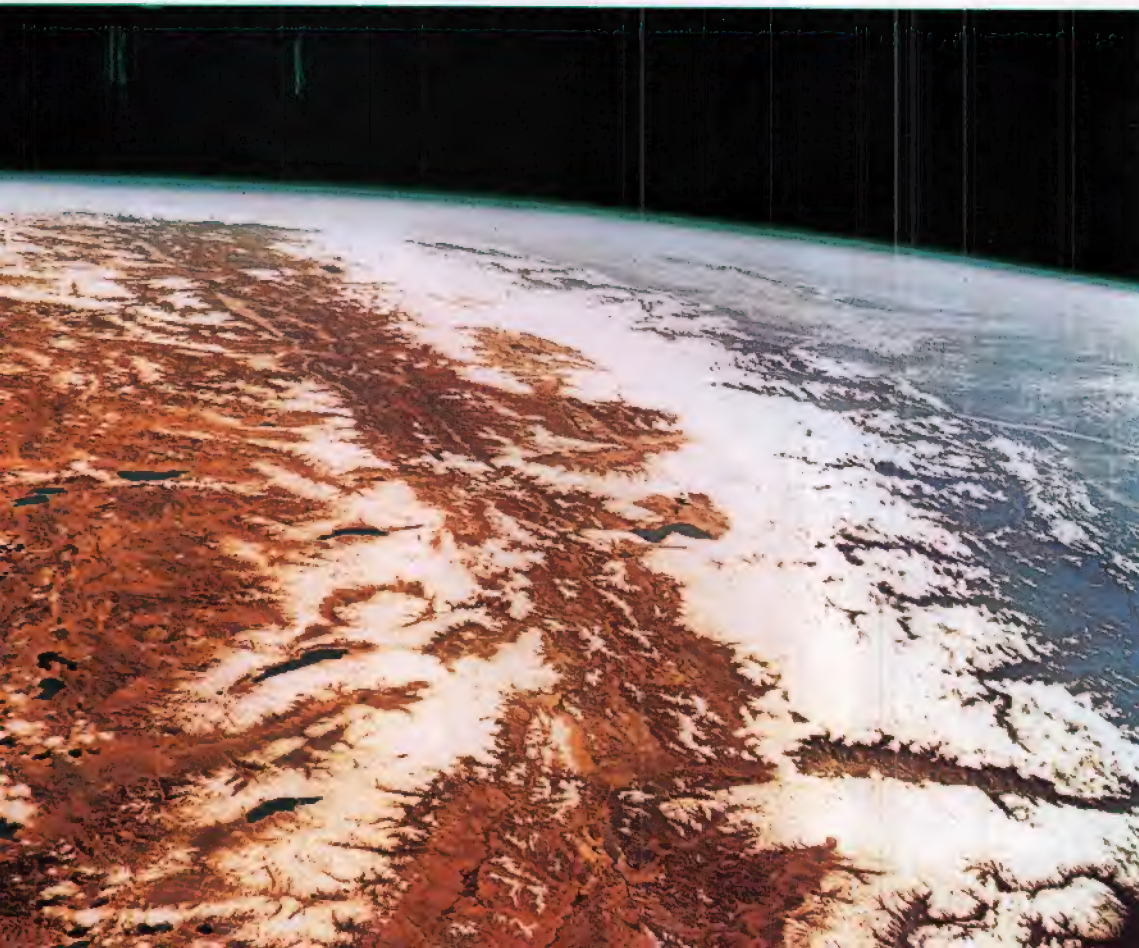
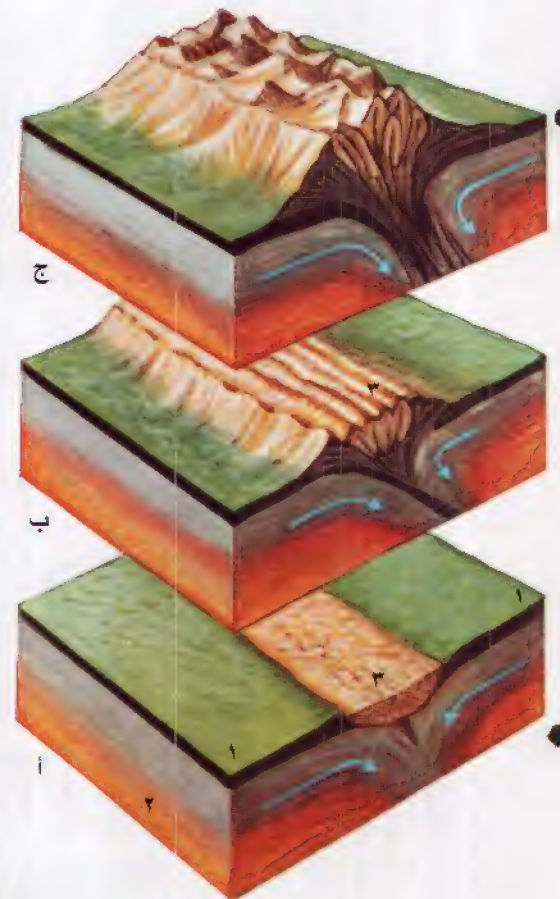
أعطتهم درجة من الاستقلال السياسي غير مألوفة في منطقتهم. وقد سمحت الجبال العالية التي تحدّ سويسرا في الغرب والشمال، بتجنّب البلاد دخول الحريين العالميتين. لكنّ السويسريين لم ينجحوا في تحقيق مستوى عالٍ من المعيشة إلا بقدر هائل من الجهد والتصميم والإبداع. وُفّرت الجبال أيضاً موارد غنيّة جداً من المعادن والأخشاب والمياه والمناظر الطبيعية. ويتمتع بعض المنحدرات الجبلية، مثل سفوح البراكين في جافا (إندونيسيا) وجواتيمالا وصقلية (إيطاليا)، بترية خصبة جداً للزراعة. غير أنّ مواسم النمو القصيرة التي تشهدها المرتفعات العالية، تُقصر الزراعة في الكثير من الأحوال على محاصيل معينة مثل الشاي والبن في المرتفعات الأكثر انخفاضاً، ورعي الماشية في المناطق الأكثر ارتفاعاً. ويواجه سكّان الجبال أيضاً خطر الإنهيارات الثلجية وانزلاقات التربة والزلازل والتدفّقات الجبلية.

إنّ قسوة الحياة الجبلية المرتبطة بانخفاض درجات الحرارة ونسبة الأكسجين في الهواء وصعوبة بناء المنشآت الهندسية وصيانتها، قد أعاقَت نموّ وتطوّر الكثير من المدن الجبلية الحديثة. تقع سانتا في Santa Fe في ولاية نيو مكسيكو، إحدى أعلى مدن الولايات المتحدة، على ارتفاع ٢١٣٢ متراً فوق سطح البحر، وهي شبيهة في ذلك بمدينة مكسيكو، لكن ارتفاعها يبقى أقلّ من ارتفاع المدن الأقدم عهداً في جبال الأنديز وفي التبت. وتشكّل بوتوسي في بوليفيا أعلى مدينة في العالم، إذ ترتفع ٣٩٧٦ متراً فوق سطح البحر. وعلى ارتفاع ٥٣٣٤ متراً، ينخفض الضغط الجوي إلى النصف، بالنسبة إلى الضغط عند مستوى سطح البحر.

الهيمالايا كما تبدو من الفضاء: آسيا الوسطى، هكذا بدت سلسلة الجبال الضخمة لرواد الفضاء في المركبة الفضائية أبولو ٩. وتبيّن الصورة بوضوح التموج الذي سببه اصطدام الصفائح الهندية (إلى اليمين: يمكن رؤية سهل الجانج بوضوح) بالصفائح الآسيوية (يمكن رؤية جزء من سهل التبت).

إنّ جبال الهيمالايا التي تشكل أعلى سلسلة جبلية في العالم (تضمّ أكثر من عشر قمم يزيد ارتفاعها عن ٨٠٠٠ م)، هي بنية تكتونية حديثة التكوين. ويعود تكوين هذه الجبال إلى العصر الثلاثي ويتزامن مع نشأة جبال الألب.

المراحل المتتالية لنشوء الجبال: أ) تقترب صفيحتان من صفائح قشرة الأرض (١) الواحدة من الأخرى بسبب تيارات الحمل الحراري (السهم) الموجودة في الغلاف (٢). ب) تتعرض حافتا الصفيحتين والطبقات الرسوبية بينهما للضغط (٣)، فتتغصّن (تمتدّ). ج) يستمرّ الضغط ويؤدي إلى ارتفاع سلسلة الجبال.



مفردات متعلقة بالجبال

سلسلة: تعبير عام يشير إلى وحدة ممتدة من عدد كبير من الجبال أو الأنظمة الجبلية. وكثيراً ما تتألف الأنظمة الجبلية الضخمة من مجموعات من السلاسل المتوازية. وتمتد سلسلة الجبال الأميركية من الطرف الجنوبي لأميركا الجنوبية إلى شمال غرب ألاسكا.

نظام جبلي: مجموعة من سلاسل الجبال المماثلة من حيث الشكل والبنية والترافص وطريقة التكوين. ومن هذه الأنظمة نذكر الألب والهمالايا وجبال الروكي (الجبال الصخرية).

قمة: أحد رؤوس الجبل أو أعلى نقطة في الجبل. وتكون القمة عادة مخروطية الشكل إلى حد ما. وتطبق هذه التسمية أيضاً على جبل منفرد أو على جبل مسنّن الرأس مثل قمة بايكس في كولورادو.

الهمالايا

الهمالايا هي أعلى سلسلة جبال على الأرض. وتشكل الهمالايا الحدود الشمالية لشبه القارة الهندية. وتمتد هذه السلسلة في قوس ضخمة على مسافة ٢٥٠٠ كيلومتر من الغرب إلى الشرق، ويتجاوز ارتفاع أكثر من ٣٠ قمة منها ٧٣٠٠ متر فوق سطح البحر. وتشمل هذه القمم قمة جبل إيفيرست، وهي أعلى قمة في العالم، ويصل ارتفاعها إلى ٨٨٤٨ متراً، وكانشينجونجا ويصل ارتفاعها إلى ٨٥٩٨ متراً، وماكالي ويصل ارتفاعها إلى ٨٤٨١ متراً، ودولاغيري ويصل ارتفاعها إلى ٨١٧٢ متراً. تقع عدة ولايات هندية ومملكتا التيبال وبهوتان على السفوح الجنوبية لجبال الهمالايا وتحدها المرتفعات التيبية في الشمال. ويتراوح عرض

سلاسل الجبال هذه بين ٢٠٠ و ٤٠٠ كيلومتر من الجنوب إلى الشمال ويبلغ معدل ارتفاعها ٦١٠٠ متر. وتمتد الهمالايا على مساحة ٥٩٤,٤٠٠ كيلومتر مربع تقريباً ويشكل القسم الأكبر منها جزءاً من الأراضي الهندية، كما يقع بعض أجزائها ضمن الأراضي الباكستانية والصينية.

إن اسم هيمالايا يعني باللغة السنسكريتية «مقر الثلوج»، وهو يصف بشكل صحيح الحقول الثلجية الشاسعة والدائمة فوق النطاق الثلجي. وتشكل هذه الجبال أكبر تحدّي في العالم بالنسبة لمسلكي الجبال.

الخصائص الطبيعية

إنّ العالم المميّزة الأبرز في جبال الهمالايا هي ارتفاعها الشاهق، وبنيتها الجيولوجية المعقدة، وقممها المكشّلة بالثلوج، وأنهارها الجليدية التي تتقدّم في وديان كبيرة، ومجاري الأنهار العميقة، والغطاء النباتي الكثيف. يمكن تقسيم سلسلة جبال الهمالايا إلى أربعة أحزمة متوازية متفاوتة العرض. وهي من الجنوب إلى الشمال، الهمالايا الخارجية أو السفلية؛ والهمالايا المنخفضة أو الصغرى؛ والهمالايا المرتفعة أو الكبرى؛ والتيشيس أو الهمالايا التيبية. وفي بعض الأحيان، تعتبر أيضاً سلسلة جبال كاراكوروم في الشمال الغربي، جزءاً من نظام الهمالايا. ويمكن تقسيم الجبال إلى ثلاث مناطق أساسية. تشكل الهمالايا الكبرى الجزء الأهم من النظام، وهي سلسلة جبال ترتفع فوق النطاق الثلجي، وتشمل ٩ من ١٤ أعلى قمة في العالم، بما في ذلك جبل إيفيرست.

من الناحية الجيولوجية، تشكل الهمالايا جبلاً

مهيّنة حديثة التكوين نسبياً، وهي لا تزال تخضع لعمليات تكوين الجبال. وتولّد الصخور المتحوّلة القيكبرية (صخور تكوّنت نتيجة الحرارة والضغط ما قبل ٤,٦ بلايين إلى ٥٧٠ مليون سنة) القسم الأكبر من هذا التكوين الجبلي. وجرى ارتفاع السلسلة في ثلاث مراحل على الأقلّ. جرت المرحلة الأولى عند نهاية العصر الفجريّ Eocene Epoch (العصر الحديث السابق، منذ حوالي ٣٨ مليون سنة) عندما ارتفعت الهمالايا الكبرى والتيشيس. وفي مرحلة ثانية، جرت في العصر الثلاثي الأوسط Miocene Epoch (منذ ٢٤ مليون سنة إلى ٥ ملايين سنة)، تكوّنت سلاسل الهمالايا الصغرى. وبدأت المرحلة الأخيرة من تكوين الجبال في نهاية العصر الثلاثي (العصر الحديث القريب Pliocene)، عندما تكوّنت سلسلة سيواليك، وهي التلال السفحية للهمالايا الخارجية.

تشكل الهمالايا حاجزاً هائلاً، وتؤثّر في الشروط المناخية السائدة في شبه القارة الهندية إلى الجنوب، وفي المرتفعات الآسيوية الوسطى إلى الشمال. ويستمرّ فصل الشتاء في جبال الهمالايا من تشرين الأوّل إلى شباط، فيما يمتدّ الصيف من آذار إلى حزيران، وموسم الأمطار من حزيران إلى أيلول. يتغيّر المناخ، إلى حدّ بعيد، مع الارتفاع؛ ويوجد الثلج عموماً على ارتفاع ٤٩٠٠ متر تقريباً، في الهمالايا الكبرى. وتشهد التلال السفحية تفاوتاً أكبر في درجات الحرارة بين الليل والنهار.

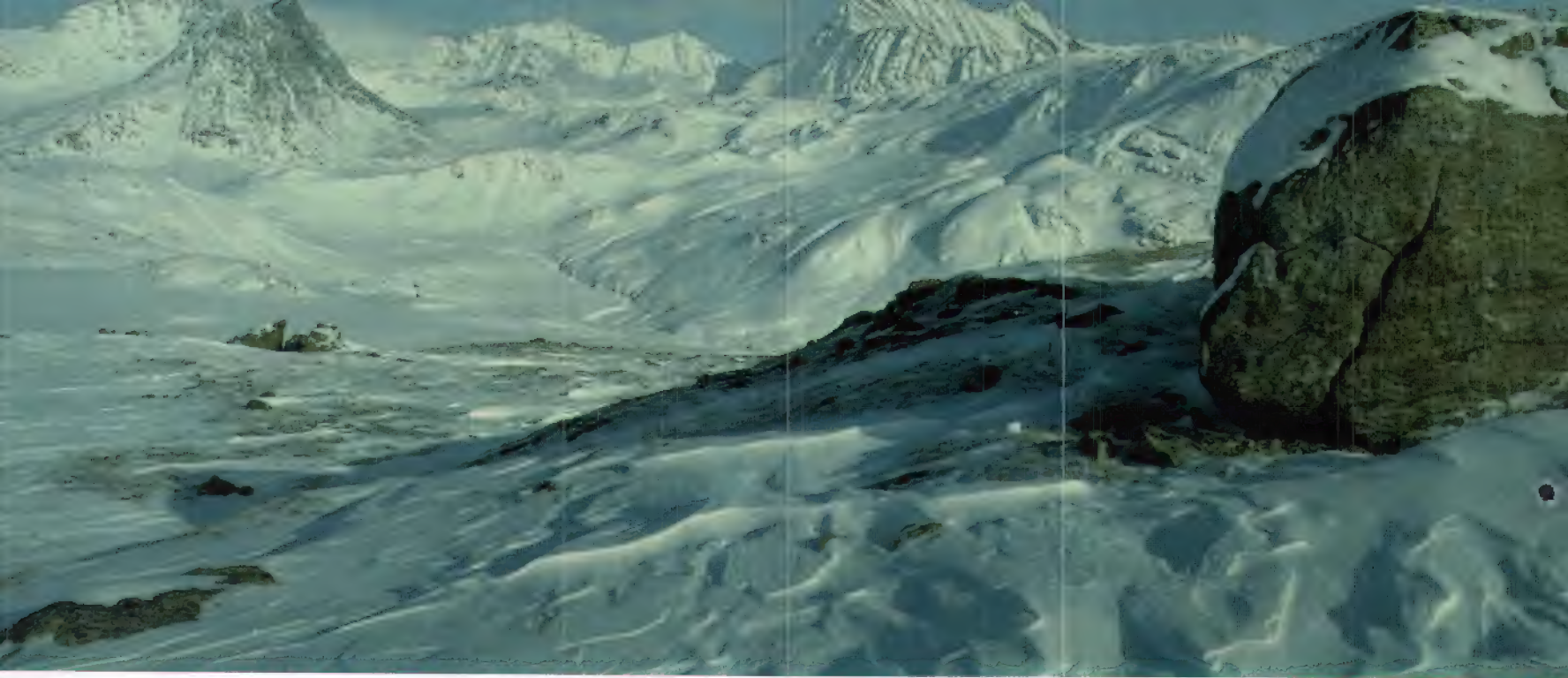
تصدّ سلاسل الجبال الهواء الجافّ والبارد الآتي من الشمال في فصل الشتاء، وتمنعه من الوصول إلى داخل الهند؛ كما أنّها تجبر الرياح الموسمية على التخلّي عن

نسبة كبيرة من الرطوبة التي تحملها، ما يسبّب سقوط أمطار غزيرة وثلوج كثيفة على الجهة الهندية، ولكن شروطاً مناخية جافة في التيب. وتنخفض كمية الأمطار تدريجياً من الشرق إلى الغرب (٣٠٠ إلى ١٥٠ سم). ويُسجل في شيرابونجي من ولاية ميجالايا، في شمال شرق الهند، ثاني أعلى معدل لسقوط المطر في العالم، ويبلغ ١١٤٠ سم.

يصرف ١٩ نهراً كبيراً مياه الهمالايا، وأكبرها نهر الهندوس والبراهماپوترا. وتنتمي أنهار جيلوم وشيناب ورافي وبياس وسوتلج إلى شبكة الهندوس؛ وتشكّل أنهار يامونا ورامجانجا وكالي وجاندك وكوسي جزءاً من شبكة الجانج؛ وتنتمي أنهار تيسا ورايدك وماناس إلى شبكة البراهماپوترا. وتشهد السفوح الجنوبية للهمالايا عدداً أكبر من الأنهار الكبيرة التي تتمتع بقدرة كبيرة على توليد الطاقة الكهربائية. ويشكّل مشروع وادي نهر باكرا نانجال المتعدّد الاستعمالات، القائم على نهر سوتلج، أحد أكبر المشاريع من هذا النوع في الهند. وللأنهار الكبيرة، مثل الهندوس والسوتلج والبراهماپوترا، وديان عليا عميقة وضيقة تكوّنت قبل الجبال نفسها. وتغطّي المجلدات (أنهار الجليد) أكثر من ٣٢,٩٠٠ كم^٢، ومن أكبرها مجلدة جانجوتري في شمال الهند التي تمتدّ بطول ٣٢ كم. وتغذي أنهار الجليد معظم الأجزاء العليا من الأنهار، فيما تغذي الأمطار الأجزاء المتوسطة والسفلى. وتُسّعمل أنهار الهمالايا أيضاً لتعويم جذوع الأشجار باتجاه سافلة النهر إلى المناشر في التلال السفحية. وهناك أيضاً الكثير من بحيرات المياه العذبة، وأكبرها بحيرة وولار في جامو وكاشمير.

زراعة الأرز في المنحدرات الحادة في جبال الفيليبين





قمة توپوچرافوف في سيبيريا

جبل الحجارة في اليمن



صورة لجبال الهيمالايا





مجلدات (أنهار) جليدية) عند خط الاستواء: جبل كينيا

(إلى اليمين)

يشكل جبل كينيا (٥١٩٩ م) مع كيليمانجارو ورووئزوري مجموعة الجبال الأفريقية العالية. يقع جبل كينيا جنوب خط الاستواء مباشرة، في البلد الأفريقي الذي يحمل الاسم نفسه. جبل كينيا بقية من تكوين بركاني قديم حثته وفقته عوامل التعرية والتجوية. ساهمت مجلدات عدة في حفر وحت هذا التكوين الضخم الذي يشرف على وادي تيليكبي (كما يبدو في الصورة). على مسافة صغيرة من مجلدات الجبل الدائمة، تظهر مجموعات من أزهار الشبخ، وهي نباتات عشبية يمكن أن يصل ارتفاعها، بفضل مناخ كينيا الخاص، إلى ١٥ متراً.



ماك كنلي، مارد الاسكا (إلى اليسار)

جبل ماك كنلي هو أعلى قمة في أميركا الشمالية، ويبلغ ارتفاعه ٦١٩٣ م. يقع ماك كنلي في سلسلة جبال الاسكا ويرتفع مهيباً وحيداً فوق التندرة، تغطي جوانبه أنهار الجليد. من الممكن رؤية جبل ماك كنلي من مسافة بعيدة، وكان الملاح جورج فانكوفر قد اكتشفه في ١٧٩٤، لكن لم يتم بلوغ قمته إلا في ١٩١٣.

چراند تيتون، «ماترهورن الولايات المتحدة»

(إلى اليمين)

أطلق هذا اللقب على الجراند تيتون لأن طبقاته الصخرية المائلة تذكر إلى حد ما بالقمة الألبية الشهيرة. چراند تيتون (٤١٩٠ م) هو أعلى قمة في جبال التيتون الجرانيتية الواقعة في القسم الأوسط من جبال الروكي (وايومنج). وقد أعلنت المنطقة المحيطة بالتيتون حديقة وطنية.

سيرو تورّي، الاند الباتاجونية (إلى اليسار)

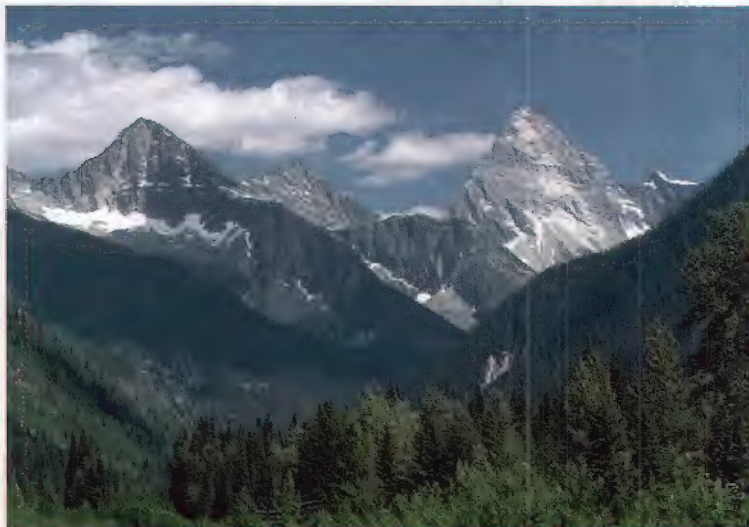
بجدرانها الجرانيتية شبه العمودية، تبدو قمة سيرو تورّي الصخرية المستدقة وكأنها تحدّ من الطبيعة لشجاعة الانسان. تضرب العواصف الثلجية العنيفة الآتية من المحيط الهادئ جبل سيرو تورّي بصورة مستمرة، وتغطي القمة طبقة من الجليد الطري غير المستقر الذي يتحول بسهولة إلى انهيار ثلجي مخيف.

اكونكاچوا، أب الاند

(إلى اليمين)

جبل اكونكاچوا، الذي يصل ارتفاعه إلى ٧٠٢١ م، هو أعلى قمة في أميركا الشمالية والجنوبية على حد سواء. يقع الأكونكاچوا في سلسلة جبال الاند، في أقصى غرب الأرجنتين. تكوّن هذا الجبل بفعل النشاط البركاني، وهو يتألف من لابة (حجم بركانية) من الدهر الثالث (وهو، تالياً، معاصر لنشوء جبال الألب)، تراكمت فوق راسب بحري أقدم عهداً. تظهر الصورة إلى اليمين، الجهة الجنوبية الشرقية للجبل، مع مجلدة هوركورنس السفلى.





قمم سلسلة جبال روكي الصخرية منها المغطاة بالثلوج ومنها القمم المستننة بدءاً من ولاية نيومكسيكو إلى ألاسكا في الولايات المتحدة

الوادي

الوادي منخفض طبيعيّ مستطيل تحدّه أراضٍ أكثر ارتفاعاً ويمكنه أن يكون ضيقاً أو واسعاً. والوادي هو التكوين الأكثر وجوداً وانتشاراً على الأرض. تظهر الأودية في سلاسل الجبال العالية وفي التلال، في الأراضي المنخفضة وفي قاع المحيطات. تؤدّي حركة المياه أو الجليد أو حركة أديم^(١) الأرض إلى تشكّل الأودية وتطوّرهما.

أودية الأنهار

تتسبّب مجاري المياه بتكوين معظم الأودية. فعندما تجري المياه في الأنهار أو الجداول، تحوّل التراب والحصى على طول القعر، حافرةً بذلك مجرى لها. وتقوم المياه المحمّلة بالمواد الحامّة، بشقّ الأرض أكثر فأكثر تاركةً وراءها جدراناً من التربة والصخر تشكّل جنبات الوادي.

في بعض المناطق، تتشكّل جدران للوادي شبه عموديّة، مكوّنة من صخر متين لا يُحتسب بسهولة. تستقى هذه الجنبات الشديدة الانحدار الشيعاب، وتعرف الشيعاب الضيقة بمضائق الجبال.

في مناطق أخرى، تتكوّن جدران الوادي من صخور أكثر ليونة تتعرّض للتآكل والتعرية - التفتت، الحثّ والزوال - بفعل المياه والجليد وتقلّب الحرارة أكثر ممّا تتعرّض له الصخور الأكثر صلابة. تساعد الأمطار والتلوج على نقل الأتربة والصخور من أعلى جدران الوادي إلى أسفل الوادي أو قاعه. تسحب قوّة الجاذبيّة الأتربة والصخور على طول المنحدرات وتوصلها إلى المياه في الأسفل. إنّ القسم الأعلى من الوادي، وهو الذي يتعرّض أكثر من غيره للتآكل والتعرية، يتّسع ويعرض شيئاً فشيئاً ويتخذ الوادي الذي يتكوّن على شكل V.

مع الوقت تصبح عملية الشقّ نحو الأسفل التي يقوم بها النهر بطيئة إلى حدّ كبير ويبدأ النهر بالخفر على جانبي الوادي. تجري المياه حول الجلاميد^(٢) وغيرها من الحواجز بدلاً من أن تمرّ فوقها. يبدأ طريق النهر بالتعرّج، أو بالإنعطاف من جهة إلى أخرى، مثلما يفعل الجزء الأسفل من نهر الميسيسيبي. وتقوم المياه التي تتبع مجرىً ملتوياً على نحو ثعابيني، بحفر جدران الوادي ممّا يتسبّب بانتهيار التربة والصخور ويدفع بها في الماء. توسّع هذه العملية شيئاً فشيئاً أرض الوادي حتى تصبح سهلاً مسطحاً. فيفيض النهر أحياناً، فيجري متخفّطاً ضفافه فوق أرض الوادي، إنّ الجزء من أرض الوادي الذي يقع على جانبي النهر والذي تغمره أحياناً مياه الفيضان يستقى الويّة.

الأودية الجليديّة

تخلّف حركة الجليد وراءها أثراً في الأودية. فعندما تنحدر كتل الجليد، المعروفة بأنهار الجليد أو المجمدات، عبر الأودية في الجبال العالية، تحوّل الصخور والجلاميد على أرضيّة الوادي وتخفر جنباته. تقوم عملية التعرية هذه التي يتسبّب بها الجليد المتحرّك بتوسيع الأودية التي على شكل V وتجعل جنباتها أكثر انحداراً ممّا يحولها إلى أودية على شكل U. إنّ لوادي يوسيمات في شرق وسط ولاية كاليفورنيا شكلاً على صورة U وهو شكل نموذجيّ لوادي جليديّ.

في بعض الأحيان، تصبّ أنهار جليديّة صغيرة في النهر الجليديّ الأساسي. ولا تقوم أنهار الجليد الصغيرة

بحثّ الأودية وشقّها بشكل عميق كما يفعل نهر الجليد الأساسي. بعد ذوبان الجليد، يظهر قعر هذه الأودية الرافدة الأقل عمقاً، في موقع أكثر ارتفاعاً من قعر وادي نهر الجليد الأساسي. وحيث تلتقي الأودية، تبدو المجاري التي حفرتها الأنهار الجليديّة الصغيرة وكأنّها معالق في أعلى جدران الوادي الأساسي. عندما يتدفّق جدول من وادٍ معلق إلى قعر الوادي في الأسفل، يصبح شلالاً. تسقط شلالات يوسيمات، وهي إحدى أعلى شلالات العالم، من وادٍ معلق إلى آخر قبل أن تصل إلى القعر. ويصل مجموع المسافة التي تجتازها الشلالات في سقوطها، إلى ٧٤٠ م.

أودية الانصداع

تؤدّي حركة أديم الأرض، أي طبقتها الخارجية، إلى نشوء أودية انصداع. الأديم هو القسم الأعلى من ألواح صخرية صلبة تدعى الصفائح. وتتسبّب حركة الصفائح أحياناً بتقسيم الأديم أو تجزئته. يمكن قطعاً من الأديم أن تغور بين صدين أو شقين متوازيين. فتصبح المنطقة المنبسطة الغائرة، قعراً منخفضاً له جنبات شديدة الانحدار يسعّى وادي الانصداع. وإذا عرض الوادي ويتّسع، يمكن المادة الصخرية المنصهرة في باطن الأرض أن ترتفع وتتدفّق من الصدع، مشكّلة قعراً جديداً. يستمرّ الكثير من أودية الانصداع بالإتساع. ويراوح عرض وادي الانصداع العظيم، وهو شبكة من الصدوع في شرق أفريقيا وآسيا، بين حوالي ٣٠ و ٥٠ كم ويزداد عرضه حوالي مليمتر واحد في السنة.

كثيراً ما تحتلّ الأجسام المائية أودية الانصداع. تظهر بحيرات عدّة في وادي الانصداع العظيم ويحتلّ البحر الأحمر أيضاً جزءاً منه. كما يجري نهر الراين في أوروبا في وادي انصداع. أمّا أكبر شبكة من أودية الانصداع فتتمدّد على طول قعر سلسلة جبال وسط المحيط وتطوّق الأرض تحت سطح المحيط.

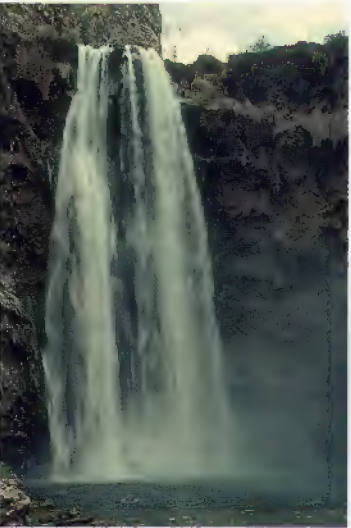
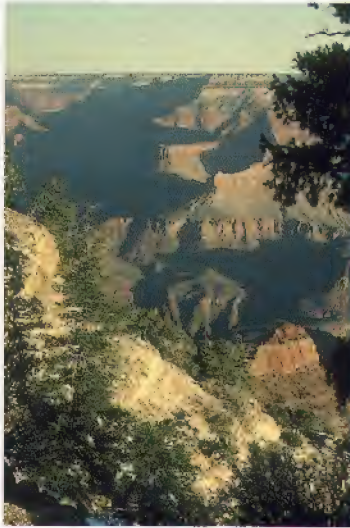
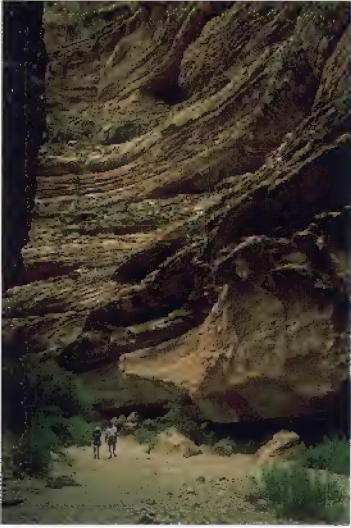
الأودية والبشر

تمدّ الأنهار التي تجري عبر الأودية الناس بالماء. عندما تفيض الأنهار، يمكن المياه أن تخلّف موادّ مغذيّة على أرض الأودية والرقّات^(٣) رافعةً بذلك من درجة خصوبتها. تؤمّن الأراضي الرطبة الواقعة في أودية الأنهار الغذاء للبشر كما للطيور وغيرها من أشكال الحياة البريّة.

يستعمل البشر الكثير من الأنهار كطرق للسفر والتجارة. وقد شكّلت مجاري المياه في الأودية سبلاً للنقل على مدى آلاف السنين. كثيراً ما وجد الإنسان أنّ بناء طرق تخترق الأودية أسهل من إنشاء طرق تعبر الجبال العالية.

نظراً إلى أنّ أودية الأنهار هي مصادر للماء والغذاء وهي ملائمة للسفر فقد سكنتها الشعوب في أنحاء عدّة من العالم ومنذ آلاف السنين. حثّ المزارعون وادي النيل في مصر كما فلاحوا الأراضي بجوار نهري دجلة والفرات في بلاد ما بين النهرين. أنشأت الشعوب القديمة في الهند والصين والأميركتين أيضاً حضارات مزدهرة في أودية الأنهار. ونتيجة لذلك أصبح الكثير من الأودية معروفاً بمجد الحضارة.

الممرّ الجليبي: هو شعبة أو فجوة في أرض وعرة مرتفعة، كالمرتفعات الجبلية. وهو يتكوّن عندما يجرف أو يعرّي مجرى مائي أو نهر جليديّ الأرض الجبلية. وتسمح الممرّات للناس بعبور الحواجز الجبلية بسهولة أكثر. وتُستعمل الكلمة للدلالة على قناة أو قسم أكثر عمقاً في جسم مائي تسمح بالمرور عبر المياه الضحلة.



(١) أديم الأرض: الطبقة الخارجية من الأرض.
(٢) الجلاميد: ح. جملود وهو صخرة كبيرة الحجم.
(٣) الرقات: ج. رقة وهي السهل الذي تغمره مياه الأنهار أثناء فيضانه.



جزيرة ليثانزو: تقع جزيرة ليثانزو على مسافة قصيرة من تراباني، وهي تنتمي إلى مجموعة جزر إيجادي في إيطاليا. تشكل جزيرة ليثانزو إحدى البوارز الغربية للبر الصقلي وهي مكونة من الصخر الكلسي والدولوميت، ما يعطي للساحل مظهره الجاف والشديد التحدر.

بعض الجزر، كجزر لاند، بارد ويغطي الجليد، وجزر أخرى كنهايتي تقع في مياه دافئة استوائية. يبعد الكثير من الجزر الآلاف من الكيلومترات عن أقرب بر رئيسي. إن بعض الجزر، كجزر اليونان التي تُعرف بالسيكلاد في بحر إيجة، يوجد في مجموعات متقاربة تُدعى الأرخبيل. إن الكثير من الجزر ليس سوى صخور جرداء يعيش عليها القليل من النباتات والحيوانات، وبعضها الآخر من أكثر الأماكن زحمة على الأرض. فطوكيو، إحدى أكبر مدن العالم، تقع على جزيرة هونشو في اليابان؛ وعلى جزيرة مانهاتن، ترتفع ناطحات سحاب نيويورك الشاهقة.

لقرون عدة، كانت الجزر مراسي للسفن المسافرة؛ ونظراً لعزلتها وبعدها، فإن الكثير من الجزر كانت أيضاً مواطن لبعض الحيوانات البرية النادرة والساحرة في العالم.

الجزر

الجزيرة هي كتلة كبيرة من الأرض محاطة بالمياه. إن القارّات الكبيرة محاطة أيضاً بالمياه، وبما أنها واسعة جداً دُعيت بالقارّات عوضاً عن الجزر. فحجم أستراليا، أصغر القارّات، هو أكبر من حجم جزر لاند بثلاث مرات ونصف المرة.

هناك جزر لا تحصى في المحيط وفي البحيرات والأنهار في أرجاء العالم؛ وتختلف كثيراً في الحجم، في المناخ، وفي أنواع النباتات والحيوانات التي تعيش فيها.

الكثير من الجزر صغير جداً، يغطي كلّ منها أقل من نصف هكتار، وغالباً ما تطلق تسمية الجزيرة على هذه الجزر الصغيرة. لكنّ هناك جزراً ضخمة، فجزر لاند مثلاً، تغطي مساحة حوالي ٢,١٧٥,٦٠٠ كم^٢.

الجزر القارية قبالة ساحل الصين: تظهر هذه الصورة، المأخوذة من قمر صناعي، امتداد ساحل الصين الشرقي في مضيق تايوان (فورموزا) قرب مدينة فوشو. إلى جانب مصب مين جيانج، يبدو عدد كبير من الجزر والجزيرات التي ترتفع من القاعدة عنها التي ترتفع منها القارة الآسيوية. وتفصل امتدادات مائية ضيقة، وغالباً ضحلة، بين الجزر والبر الرئيسي. كان هذا النوع من الجزر يرتبط منذ زمن غير بعيد، بالتعبير الجيولوجي، بالبر الرئيسي، وذلك بفعل ظاهرة استوائية البحار أو الحركات التكتونية أو التضاغية.

أكبر جزر العالم

٢,١٧٥,٦٠٠ كم ^٢	جزر لاند
٧٨٥,٠٠٠ كم ^٢	غينيا الجديدة
٧٣٦,٠٠٠ كم ^٢	بورنيو
٥٨٧,٠٠٠ كم ^٢	مدغشقر
٤٧٦,٠٦٥ كم ^٢	بافن
٤٢٠,٠٠٠ كم ^٢	سوماترا
٢٢٩,٨٨٥ كم ^٢	بريطانيا العظمى
٢٢٧,٤١٤ كم ^٢	هونشو
٢١٢,١٩٨ كم ^٢	فيكتوريا (كندا)
١٧٢,٠٠٠ كم ^٢	سيليبس
١٥٠,٤٦١ كم ^٢	الجزيرة الجنوبية (نيوزيلندا)
١٢٥,٩٠٠ كم ^٢	جافا
١١٢,٣٠٠ كم ^٢	نيوفاوندلاند
١٠٥,٠٠٧ كم ^٢	كوبا
١٠٤,٦٨٧ كم ^٢	لوزون
١٠٢,٨٢٠ كم ^٢	ايسلندا
٢٥,٤٢٦ كم ^٢	صقلية



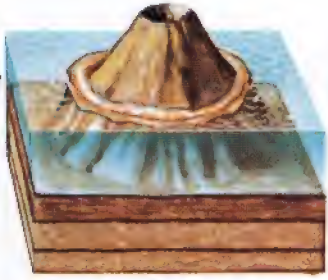


اتول في المالديف (المحيط الهندي)

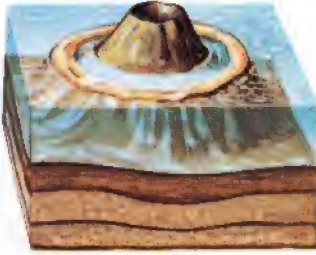
تشكل جزر المالديف أرخبيلاً طويلاً يمتد بين شط العرب والمحيط الهندي إلى الغرب من سرى لانكا. هناك حوالي ٢٠٠٠ جزيرة ولجزيرة تشكلت من المرجان الطبيعي بعد غوص الرف تحت المائي تدريجياً (الانخساف). يحيط بمعظم الجزر شُعب مرجانية حلقة الشكل، يغطيه زبد الأمواج المتكسرة.



نشوء اتول



ينمو المرجان حول جزيرة بركانية تغوص تدريجياً.



تستمر الجزيرة في الغوص، فيما تنمو التكوينات المرجانية في اتجاه سطح البحر.



غمرت المياه الجزيرة بشكل كامل. تظهر نباتات على الشُعب المرجانية.



جزيرة في كاليدونيا الجديدة

تضم كاليدونيا الجديدة (أوقيانيا الفرنسية) الجزيرة الرئيسية التي تعطي اسمها للمجموعة وعدداً لا يحصى من الجزر الصغيرة. يحيط عموماً شُعب مرجانية بهذه الجزر الصغيرة، كما يظهر في الصورة. داخل الشُعب، تبقى المياه هادئة وتتقدم بلطف فوق شاطئ ضيق من الرمل الشديد البياض.

الأتولات أو الجزر المرجانية الحلقة

لطالما شكّلت العملية التي يتكوّن بها الاتول معضلة علمية مثيرة للإهتمام، زادت تعقيداً الظروف الخاصة الضرورية لحياة الكائنات الحية التي تبنيها (حرارة ماء فوق ٢٠° مئوية، عمق عند القعر أقل من ٤٠ متراً، انغمار دائم، وماء صاف مرتفع الملوحة). إلا أنه يبدو، اليوم، أن نظرية داروين كانت صحيحة في هذا المجال، على الأقل بشكل عام.

افترض داروين انخساف القاعدة الصخرية التي كانت قد تشكلت فوقها المستعمرات المرجانية الأولى ومن ثم نمو هذه المستعمرات وارتقاءها إلى السطح، إذ لم تكن تستطيع العيش على هذا العمق المتزايد (انظر الرسوم إلى اليسار).

جزيرة بورا بورا (أعلاه)

تمثل المعالم الطبيعية الرئيسية في بورا بورا، وهي جزيرة في أرخبيل السوسيتي البولنيزي، في الصخور البركانية التي غيرت شكلها عوامل الحت والتعرية، وأشجار النخيل والشُعب المرجانية التي تنكسر عليها أمواج الهاديء.

أرخبيل تواموتو (أدناه)

أخذت هذه الصورة من ارتفاع ٢٥٠ كم تقريباً. نظراً إلى شكلها المميز، تكشف جزر هذا الأرخبيل البولنيزي عن أصلها. إنها اتولات مؤلفة من شُعب مرجانية دائرية أو اهليلجية تضم في وسطها بحيرة. من اليمين، يمكن تمييز بعضاً من الاتولات الأكبر حجماً: أباتاكي وتواو وفاكارافا التي تحمل بلدة روتوا. ان البحيرة الداخلية، التي تبدو بلون المحيط نفسه، هي في الحقيقة ضحلة جداً (مئة متر كحد أقصى).



أنواع الجزر

هناك أربعة أنواع رئيسية من الجزر: القارية Continental، المحيطية Oceanic، المرجانية Coral، والفاصلة Barrier. الجزر القارية: كانت هذه الجزر متصلة في ما مضى بإحدى القارات، تكوّن بعضها عندما انفصلت قارات الأرض المنتقلة.

يعتقد العلماء أنه منذ ملايين السنين كان هناك قارة كبيرة فقط. مع مرور الوقت، حطمت حركات أديم الأرض البطيئة القارة العملاقة إلى عدة أجزاء التي بدأت بالتباعد. وعندما حصل الانفصال، شطرت قطع كبيرة من الأرض على طول خطوط الانفصال، وأصبحت هذه الأجزاء من الأرض جزراً. جرينلاند ومالاجاسي (مدغشقر) هما مثالان عن الجزر القارية التي تشكّلت بهذه الطريقة.

تكوّنت جزر قارية أخرى بسبب تغييرات في مستوى البحر. وفي أوج أحدث عصر جليديّ، منذ حوالي ١٨,٠٠٠ سنة خلت، كان غطى الجليد أجزاء كبيرة من الأرض. كان الماء محجوزاً في أنهار الجليد، ومستوى

البحر كان أدنى بكثير ممّا هو عليه اليوم. وعندما بدأت أنهار الجليد بالذوبان، ارتفع مستوى البحر، وغمر المحيط الكثير من المساحات المنخفضة، محدثة بذلك جزراً كالجزر البريطانية، التي كانت ذات مرة جزءاً من البر الرئيسي الأوروبي.

الجزر المحيطية: تتشكّل نتيجة لثوران البراكين في قعر المحيط. فإثناء انفجار البراكين، تتكوّن طبقات من الحمم التي قد تخترق سطح الماء مع الوقت. عندما تظهر قمم البراكين فوق الماء، تكوّن جزراً كجزر هاواي. إنّ جزيرة سورتسي قد وُلدت في العام ١٩٦٣ عندما قذف الثوران البركانيّ حمماً ساخنة وسط غيوم من البخار في المحيط جنوب إسلاندا.

الجزر المرجانية: هي جزر منخفضة تشكّلت في مياه ساخنة عن طريق حيوانات بحرية صغيرة جداً تدعى البواب^(١) المرجانية التي تقيم هياكل عظمية خارجية صلبة؛ يُدعى بعض الجزر المرجانية جزراً منخفضة أو جزراً صغيرة منخفضة.

قد تُشكّل مجموعات البواب حيوداً بحرية ضخمة من حجر الكلس؛ وبعض

الحيود المرجانية قد ينمو في طبقات كثيفة من نكد^(٢) في قعر الماء، منشأً بذلك جزراً منخفضة. إنّ جزر الباهاما التي تقع جنوب شرق فلوريدا، قد تكوّنت بهذه الطريقة.

نوع آخر من جزر المرجان هو الجزيرة المرجانية. فالجزيرة المرجانية هي حيدٌ بحريّ مرجانيّ يبدأ بإبراز حلقة حول جوانب الجزيرة البركانية. فعندما تغور الجزيرة البركانية ببطء أو تغرق إلى قعر المحيط، يستمرّ الحيد البحريّ بالنمو. لاحقاً، قد ترتفع أجزاء من الحيد البحريّ الدائريّ فوق سطح الماء كجزر مرجانية أو جزيرات. توجد الجزر المرجانية بشكل خاص في المياه الإستوائية للمحيط الهادىء.

الجزر الفاصلة: هي جزر ضيقة، وتقع موازية للسواحل. تتكوّن هذه الجزر من الرسابة^(٣) كالرمل، الطمي، والحصى؛ ويفصلها عن الشاطئ هور^(٤) أو ممر مائيّ ضيق. أطلق عليها تسمية الجزر الفاصلة، لأنه يوجد فيها كُثب^(٥) رملية تعمل كحواجز بين المحيط والبر الرئيسيّ. إنّ الكُثب تحمي الشاطئ من مهاجمة أمواج ورياح العواصف المباشرة.

(٤) هور: بحيرة تجري إليها المياه ففيض وتوسع.

(٥) كُثب: تلال من الرمال شكّلها الرياح.

(٦) ركامات ترابية: ركام تراب وحجارة يجرفه نهر جليديّ.

حيد في جزيرة مرجانية



(١) البواب: جنس حيوان بحريّ من المحوّفات، كحيوان المرجان.

(٢) نكد: سهل واسع مرتفع.

(٣) الرسابة: مائة ترشيبها المياه أو الرياح أو الأنهار الجليدية.

وسط المحيط وعدة كيلومترات بعيداً عن أي يابسة. تصل النباتات والحيوانات إلى هذه الجزر بعد سفرها مسافات طويلة عبر الماء.

قد يسافر بعض بذور النباتات من خلال الجرافة في المحيط، أو مع الرياح، أو مع تيارات الهواء ذات الرياح العالية الإرتفاع، أو في الوحل على قدم عصفور أو في جوانحه.

وقد تجري مخلوقات أخرى إلى الجزر على كتل من النباتات العائمة والأغصان والترية، وفي بعض الأحيان مع أشجار بقيت واقفة عليها، وتدعى هذه الطوافات جزراً عائمة. كذلك، فإن السفن التي توزع البضائع تجلب أنواعاً جديدة من النباتات والحيوانات كالأفاعي والجرذان إلى الجزر، وغالباً من دون قصد.

الحيوانات البرية الفريدة على الجزر

بما أن النباتات والحيوانات على الجزر تعيش معزولة في أماكن محاطة ومحمية بالماء، فإنها أحياناً تتغير أو تتكيف في طرق مختلفة، ولا تتعرض إلى الكثير من الأمراض.

على جزر جالاپاجوس، تطورت سلاحف

علاقة من أسلاف أصغر على مدى ملايين السنوات. يعتقد العلماء أن السلاحف الأولى ربما قد انتقلت إلى الجزر من قارة أميركا الجنوبية على النباتات العائمة. شيئاً فشيئاً، بدأت الحيوانات تكبر في حجم جسمها، جزئياً لأنه كان هناك القليل من الحيوانات المنافسة على الأطعمة النباتية التي اقتاتت منها. اليوم، إن السلاحف هذه قد تزن حوالي ٢٧٢ كيلوغراماً وقد يبلغ طولها أكثر من متر. ونباتات دوار الشمس على جزر جالاپاجوس كبرت تدريجياً أيضاً، لأنه كان هناك القليل من الحشرات على الجزر التي تغذت على الورود؛ مع الوقت، أصبحت نباتات دوار الشمس بطول بعض الأشجار.

قد تحمي عزلة الكثير من الجزر بعض حيواناتها من الضواري، ومن مخاطر أخرى موجودة على البر الرئيسي، فإن أنساب بعض الحيوانات التي انقرضت منذ زمن بعيد في معظم أنحاء العالم، لا تزال على قيد الحياة في الجزر.

إحدى أكثر المخلوقات استثنائية، اكتشفت في العام ١٩١٣ على جزيرة كومودو في

شمال غرب أستراليا. لقد استمرت الإشاعات عن حيوانات مذهلة في كومودو عبر السنوات. وعندما وصل العلماء للإستقصاء، ذهبوا بشدة لرؤية ما بدا كتين حي. كان المخلوق عظاية هائلة الحجم أكثر من ثلاثة أمتار في الطول. سرعان ما اكتشف الكثير من هذه الزخافات الضخمة، بعضها حجمه كان حتى أكبر. لقد اكتشف أن هذه الزخافات التي أطلق عليها تسمية تنانين كومودو هي نسبية لأقدم مجموعة عظايات عرفها العالم، لقد حافظت عليها عزلة جزيرة كومودو.

الجزر والشعوب

كيفية اكتشاف أبعد جزر العالم واستيطانها، هي أكثر القصص سحراً في تاريخ الإنسانية. ففي المحيط الهادئ الواسع، نثار متفرقة من عدة جزر صغيرة كجزر مركيز، جزيرة الفصح Easter Island وجزر هاواي، التي هي موزعة على نحو واسع ومعزولة عن السواحل القارية. عندما بدأ الأوروبيون استكشاف جزر المحيط الهادئ في القرن السادس عشر، وجدوا شعوباً قاطنة هناك. من أين أتى هؤلاء الناس؟ يعتقد العلماء أن أسلاف سكان جزر المحيط الهادئ أتوا أساساً من جنوب شرق

آسيا. لقد ابتداء ذلك منذ حوالي ثلاثة آلاف إلى أربعة آلاف سنة، حيث انطلقت مجموعات من هؤلاء الناس في رحلات مذهشة شرقاً، عبر آلاف من الكيلومترات في المحيط، على متن زوارق طويلة خفيفة. على الرغم من إبحار هؤلاء من دون بوصلات، ولا شمسيات^(٧) Sextants، ولا خرائط، فقد اكتشفوا جزراً لم يعلموا بوجودها قط.

منذ أيام المستكشفين الأوائل، كانت الجزر مهمة كأماكن رسو، تستطيع السفن فيها أن تأخذ مؤونتها، ويتمكن طاقمها أن يرتاح. في ما بعد، أصبحت الجزر جزءاً من طرق المحيط التجارية، واصله بذلك مناطق متباعدة من العالم.

اليوم، يعيش الملايين من الناس على الجزر. وهناك الكثير من الجزر-الدول، من بينها اليابان، الفلبين، نيوزيلندا، كوبا، وإيسلندا، بالإضافة إلى الجزر البريطانية.

ويُعرف الكثير من الجزر كأماكن استجمام جميلة ومريحة، حيث يستطيع الناس أن يستمتعوا بالسباحة، وصيد السمك، والغوص تحت الماء، ونشاطات أخرى. بعض أشهر جزر الاستجمام موجود في البحر الكاريبي وجنوب المحيط الهادئ.

الثروة السمكية في الحيد المرجانية



(٧) السدسية: آلة لقياس ارتفاع الأجرام السماوية من سفينة أو طائرة متحركة.



الشَّعْبُ المَرَجَانِيَّةُ (الحيد البحريّ المَرَجانيّ)

الشَّعْبُ المَرَجَانِيَّةُ جزء مرتفع من قاع البحر في منطقة ضحلة نسبياً، ما يجعلها قريبةً من سطح الماء. تتكوّن الشَّعْبُ المَرَجَانِيَّةُ من صخور ناتجة من تراكم الهياكل الخارجية الكلسية لحيوانات المرجان والطحالب الحمراء الكلسية والرخويات. تبني حيوانات المرجان الحية الشعاب المَرَجَانِيَّةُ، طبقة بعد طبقة، فوق هياكل الأجيال المَرَجَانِيَّةُ التي سبقتها، فتتنامو إلى الأعلى بسرعة ١ إلى ١٠٠ سم في السنة، مشكلةً ارتفاعات متعدّدة الألوان، وهي من أجمل وأعقد التشكيلات الطبيعيّة في العالم.

تتشكّل الشعاب المَرَجَانِيَّةُ في المناطق الإستوائية والمداريّة وتمتدّ حتى ٣٠ تقريباً إلى شمال خطّ الإستواء وجنوبه، وهي توجد فقط في المناطق التي لا تتعدّى فيها حرارة المياه السطحية ١٦° مئوية. أكبرها هو الحاجز المَرَجَانِيّ الكبير Great Barrier Reef، أمام الشاطئ الشماليّ الشرقيّ لأستراليا. يمتدّ في سلسلة متقطّعة لألفي كيلومتر.

كيف تتشكّل الشعاب المَرَجَانِيَّةُ؟

الشعاب المَرَجَانِيَّةُ منظومات بيئيّة، لها بنى محدّدة تشمل نباتات تمارس التخليق الضوئيّ وكائنات مستهلكة. تتألّف الطبقة الخارجية من الشَّعْبُ المَرَجَانِيَّةُ من بوالب^(١) Polyp مَرَجَانِيَّةُ حيّة. لا يتعدّى حجم البولب ظفر إصبع الإنسان، وهو غالباً بحجم رأس دبّوس فقط؛ وله جسم بسيط أنبوبيّ الشكل مع مجسّات Tentacles على طرف واحد.

تعيش داخل الحيوانات المَرَجَانِيَّةُ طحالب دائريّة مؤلّفة من خلية واحدة تدعى الطحالب الصفراوية. تحت البوالب وحولها، نجد هيكلاً كلسياً فيه أقسام حيّة وأخرى ميتة ويضمّ طحالب خضراء خيطيّة. تنمو أنواع أخرى من الطحالب، للحيمة منها والكلسيّة، على سطح التراكمات المؤلّفة من الهياكل القديمة. تؤلّف هذه الطحالب وغيرها من النباتات المرافقة القسم الأكبر من المنتجين الإبتدائيين.

تنقل الطحالب الصفراوية المخلّقة للضوء والطحالب الخضراء الخيطيّة بعض طاقة الطعام مباشرةً للبوالب المَرَجَانِيَّةُ. وتقتات أيضاً الحيوانات المَرَجَانِيَّةُ في الليل بالعوالق^(٢) Plankton الحيوانيّة التي تلتقطها بمجسّاتها المغطاة بخلايا عاقصة. لا تصطاد الحيوانات المَرَجَانِيَّةُ العلق الحيوانيّ لتأمين كمية من السرعات الحراريّة بقدر ما تصطاده للحصول على موادّ مغذية قليلة الوجود، وخصوصاً الفوسفور. عن طريق الهضم، تنقل الحيوانات المَرَجَانِيَّةُ هذه الموادّ المغذية إلى الطحالب.

ويظهر أنّ الحيوانات المَرَجَانِيَّةُ والطحالب تتبادل هذه الموادّ المغذية في ما بينها دورياً مخفضةً بذلك خسارة المادة الغذائيّة في الماء.

تقتات حيوانات بحريّة كثيرة بالطحالب، منها الأسماك العاشبة، مثل عروسة البحر الزاهية الألوان، وقناقد البحر وخيار البحر والنجوم القصيفة وعدد كبير من أنواع الرخويات. تختبئ الحيوانات الضارية في كهوف الشَّعْبُ المَرَجَانِيَّةُ وصدوعها، ونذكر من هذه الحيوانات السلطعون الصغير والرّاس (سمك طويل شائك الزعانف) وانقليس الموراي والقرش. تشهد الشعاب، بكثرة المواطن الصغيرة فيها وإنتاجيتها، حياة بحريّة شديدة التنوّع والاختلاف.

تبني أنواع مختلفة من المرجان تكوينات مختلفة الأشكال، بعضها كالأشجار أو الشجيرات المتشعبة، وبعضها الآخر مثل قبب أو مراوح كبيرة أو حتى قرون الغزلان. أجسام البوالب الحية ملوّنة بظلال مشرقة من الوردّي والأصفر والأزرق والأرجوانيّ والأخضر، وذلك يجعل الشَّعْبُ المَرَجَانِيَّةُ تبدو مثل حديقة أزهار. تنمو مستعمرات الشَّعْبُ المَرَجَانِيَّةُ في مياه ضحلة فقط، وليس أعمق من ٤٦ متراً غالباً. وهي تحتاج مثل باقي النباتات إلى ضوء الشمس لتعيش، وهكذا فالبوالب المَرَجَانِيَّةُ لن تنمو في مياه أعمق من أن يخترقها ضوء الشمس، لأنّ الطحالب التي تحيا داخل البوالب تزدهر في مياه دافئة حرارتها ٢١° مئوية. بالإضافة إلى المياه الدافئة، يحتاج المرجان ميهاً صافية شفافة. قد تخنق المياه الموسومة بالغرّين (الطينيّ) وسائر الرواسب، البوالب المَرَجَانِيَّةُ الضعيفة.

ينشط الكثير من مخلوقات الشَّعْبُ، بما فيها بوالب المرجان نفسها، فقط في الليل. خلال النهار، يغلق المرجان داخل هياكله للإختباء من حيوانات مفترسة مثل قنديل البحر.

أنواع الشعاب

هناك ثلاثة أنواع من الشعاب المَرَجَانِيَّةُ: الشعاب الهاديّة Fringing reefs والشعاب الحاجزة Barrier reefs والجزر المَرَجَانِيَّةُ Atolls.

تتشكّل الشعاب الهاديّة على طول حافة شاطئ ماء، وهي ملتصقة بالأرض. وتمتدّ خارجاً من الشاطئ مثل صدفة تحت سطح الماء تماماً.

أمّا الشعاب الحاجزة فمفصولة عن الشاطئ بـ «هور»^(٣) Lagoon. وهي تشكّل حاجزاً بين الأرض والبحر المفتوح. يشكّل بعض الشعاب الحاجزة، سلاسل من الشعاب الصغيرة مفصولة بممرات مائيّة ضيقة.

يتكوّن هذا النوع من الجزر المَرَجَانِيَّةُ عندما تبني حلقة من المرجان على جوانب بركان تحبيريّ^(٤) يكون قد ارتفع فوق سطح المحيط. تحت عوامل التجوية والتعرية تدريجيّاً قمة البركان؛ وتبدأ القمة بالإنخساف أو الغرق إلى أرض المحيط. ينخسف البركان ببطء

كاف ليبقى نموّ الشعاب المَرَجَانِيَّةُ في السرعة نفسها على السطح، رغم أنّها تبني بضعة سنتيمترات كلّ عام. مع الوقت، تظهر أجزاء من الشَّعْبُ فوق سطح البحر مثل جزيرة حلقيّة الشكل أو سلسلة جزر صغيرة. فيما تبني الشعاب الهاديّة والحاجزة على طول الشواطئ، تبطيء الأمواج السريعة والقويّة التي تتلاطم على الشاطئ. وتحمي الشعاب اليابسة من التجوية والتعرية.

التقصير أو التبييض المَرَجانيّ

أصبحت الشعاب المَرَجَانِيَّةُ أخيراً بالتقصير، أي بفقدان اللون أو فقدان الطحالب الصفراوية التكافلية. في العامين ١٩٧٩ و ١٩٨٠، وقعت حوادث تقصير عدّة في الشعاب المحيطة بأوكيناوا وجزيرة الفصح وشمال شرق أستراليا والبحر الكاريبي. وفي العامين ١٩٨٢ و ١٩٨٣، انتشر التقصير على نطاق واسع في شعاب مقابلة لشاطئ أفريقيا الشرقيّ وأندونيسيا والشاطئ الغربيّ لأميركا الوسطى والجنوبيّة. وبين سنة ١٩٨٦ وسنة ١٩٨٨، وقعت حوادث فقدان للون أوسع انتشاراً وأشدّ ضرراً في مناطق مثل تايوان وهاواي وفيجي وجزيرة مايوت وعلى كامل طول الحاجز المَرَجَانِيّ الكبير.

لا تزال أسباب وقوع حوادث فقدان اللون وانتشارها غير معروفة إلى الآن؛ وقد طاولت التخمينات التلوّث وارتفاع حرارة الأرض والأشعة فوق البنفسجيّة. ومع أنّه لم يثبت بشكل قاطع أنّ أيّاً من هذه الأمور قد تسبّب بالتقصير الذي أصاب الشعاب المَرَجَانِيَّةُ، تشير الأبحاث التي أجريت أخيراً إلى أنّ السبب قد يعود إلى ارتفاع حرارة المياه على نحو غير عاديّ. تراوح الحرارة القصوى التي تسمح بنموّ المرجان بين ٢٦° و ٢٧° مئوية. وقد ثبت أنّ ارتفاع الحرارة فوق ٢٩° مئوية يتسبّب بإجهاد المرجان ويمكن أن يزيد سرعة الطحالب الصفراوية المتكافلة في تخليق الضوء، ما يخلق في النسيج المَرَجَانِيّ سموماً مؤلّفة من جزئيات كسريّة حرّة (مجامع ذرات حرّة) فتقوم هذه البوالب المَرَجَانِيَّةُ المجهدّة بطرد الطحالب الصفراوية، ما يؤدي إلى تقصيرها.

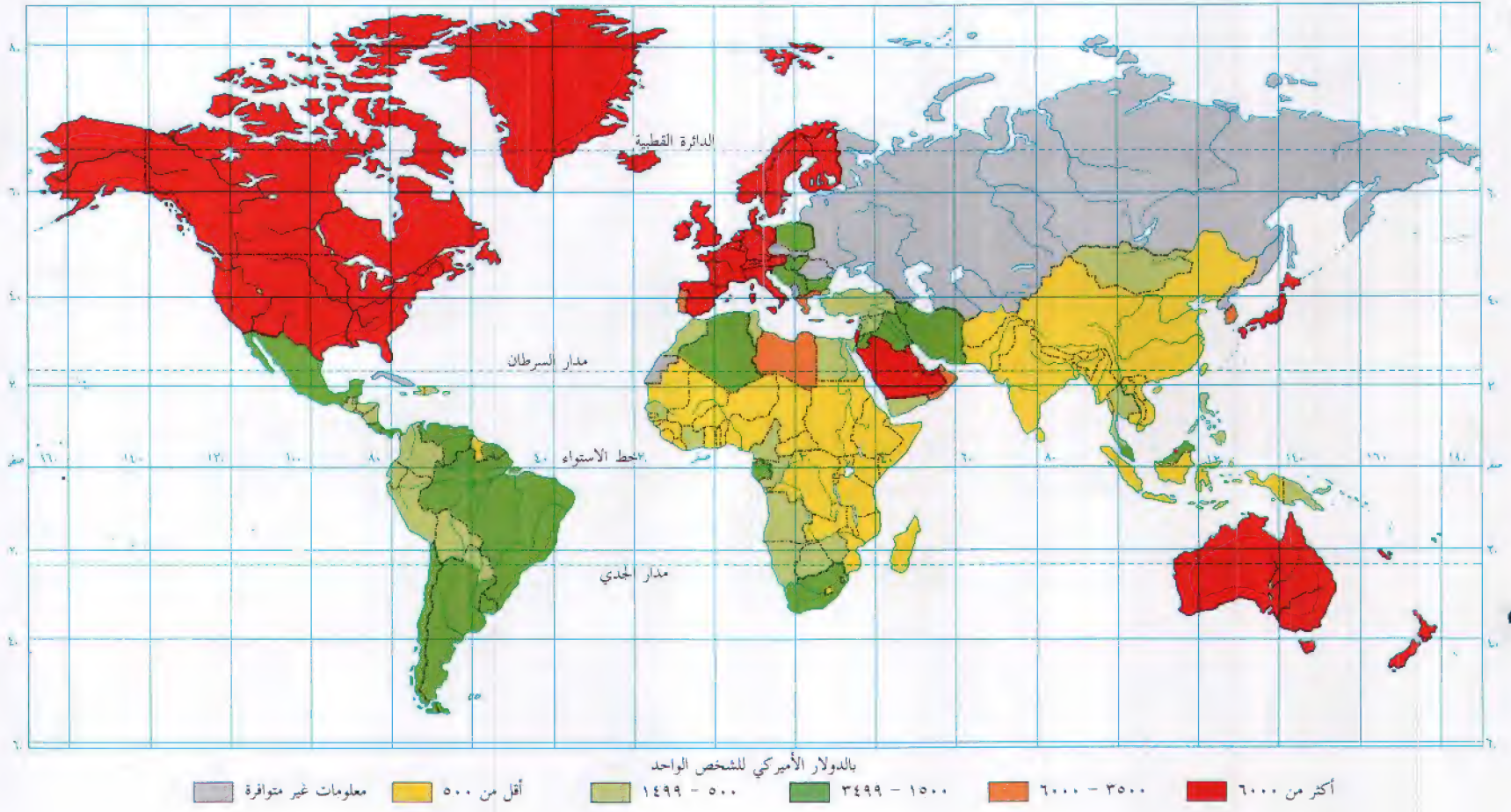
لا تعود الحيوانات المَرَجَانِيَّةُ المصابة بالتقصير بسهولة إلى حالتها الطبيعيّة؛ قد يتطلّب شُعب ما سنوات عدّة ليستعيد وضعه السويّ، وقد يصبح ذلك أمراً مستحيلاً إذا ما وقعت حوادث أخرى من فقدان اللون. من دون طحالبها الصفراوية المتكافلة، تصبح الحيوانات المَرَجَانِيَّةُ غير قادرة على ترسيب كربونات الكالسيوم لتشكيل الهيكل الذي يؤلّف أسس الشعاب المَرَجَانِيَّةُ. قد تفقد الحيوانات المَرَجَانِيَّةُ وكلّ أشكال الحياة الأخرى التي تعيش في الشعاب، موطنها بسبب أحداث التقصير وتعرّض البنية المؤلّفة من كربونات الكالسيوم للتآكل والزوال.

(١) البولب: جنس حيوان بحريّ من المخلوقات، كحيوان المرجان.

(٢) العوالق: حيوانات ونباتات صغيرة معلقة في الماء.

(٣) هور: بحيرة تجري إليها المياه فتفيض وتتسع.

الناج القومي الإجمالي



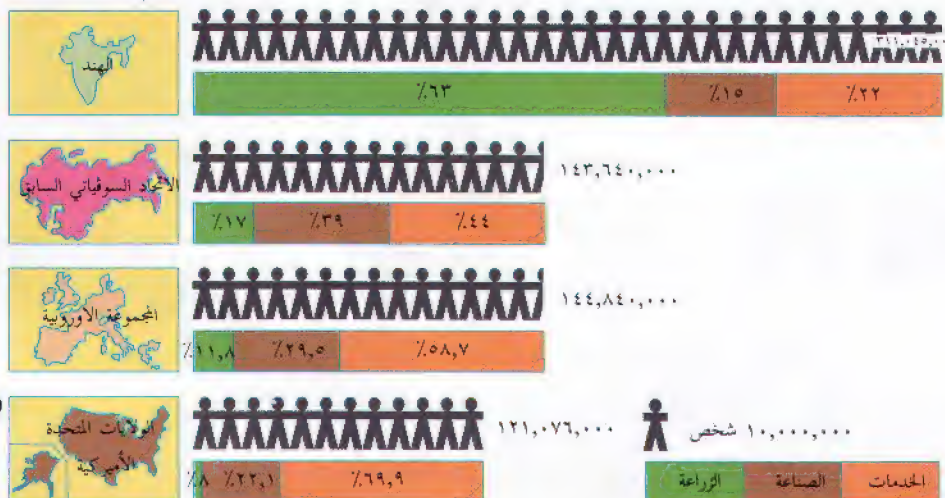
زراعة القطن





الأنشطة الاقتصادية

يقارن الرسم البياني، إلى اليسار، بين مختلف قطاعات النشاط الاقتصادي في أربع مناطق جغرافية تختلف من حيث مستوى المعيشة والبنية الاجتماعية والاقتصادية والسياسية. المناطق التي يتناولها الرسم البياني هي الهند والاتحاد السوفياتي السابق والمجموعة الاقتصادية الأوروبية والولايات المتحدة. يتضح من الرسم أن نسبة العاملين في الزراعة تنخفض مع ازدياد ازدهار اقتصادي. عند طرفي الرسم، نجد الهند، حيث يعمل أكثر من نصف اليد العاملة في الزراعة، والولايات المتحدة، حيث نسبة العاملين في الزراعة ضئيلة جداً. تتبع هذه البلدان أنظمة زراعية مضادة تماماً. من جهة، تشغل زراعة الكفاف التقليدية، في الهند عدداً كبيراً من الناس وهي تتأثر إلى حد بعيد بالظروف الطبيعية (بالمناخ والتربة، بالدرجة الأولى)، وتتميز بمستوى منخفض جداً من الانتاجية. ومن جهة أخرى، تتميز الزراعة الحديثة في الولايات المتحدة بمكنة كثيفة وعائدات مرتفعة ويد عاملة محدودة. في القطاع الصناعي، نجد أعلى نسب من القوة العاملة في المستويات المتوسطة (الاتحاد السوفياتي السابق والمجموعة الأوروبية)، بينما تبلغ الخدمات أعلى مستويات التطور في البلدان الأكثر تقدماً من الناحية الاقتصادية، حيث تتوفر التسهيلات والخدمات الحاضرة المتطورة بكثرة (التصحيح، التعليم، النقل).

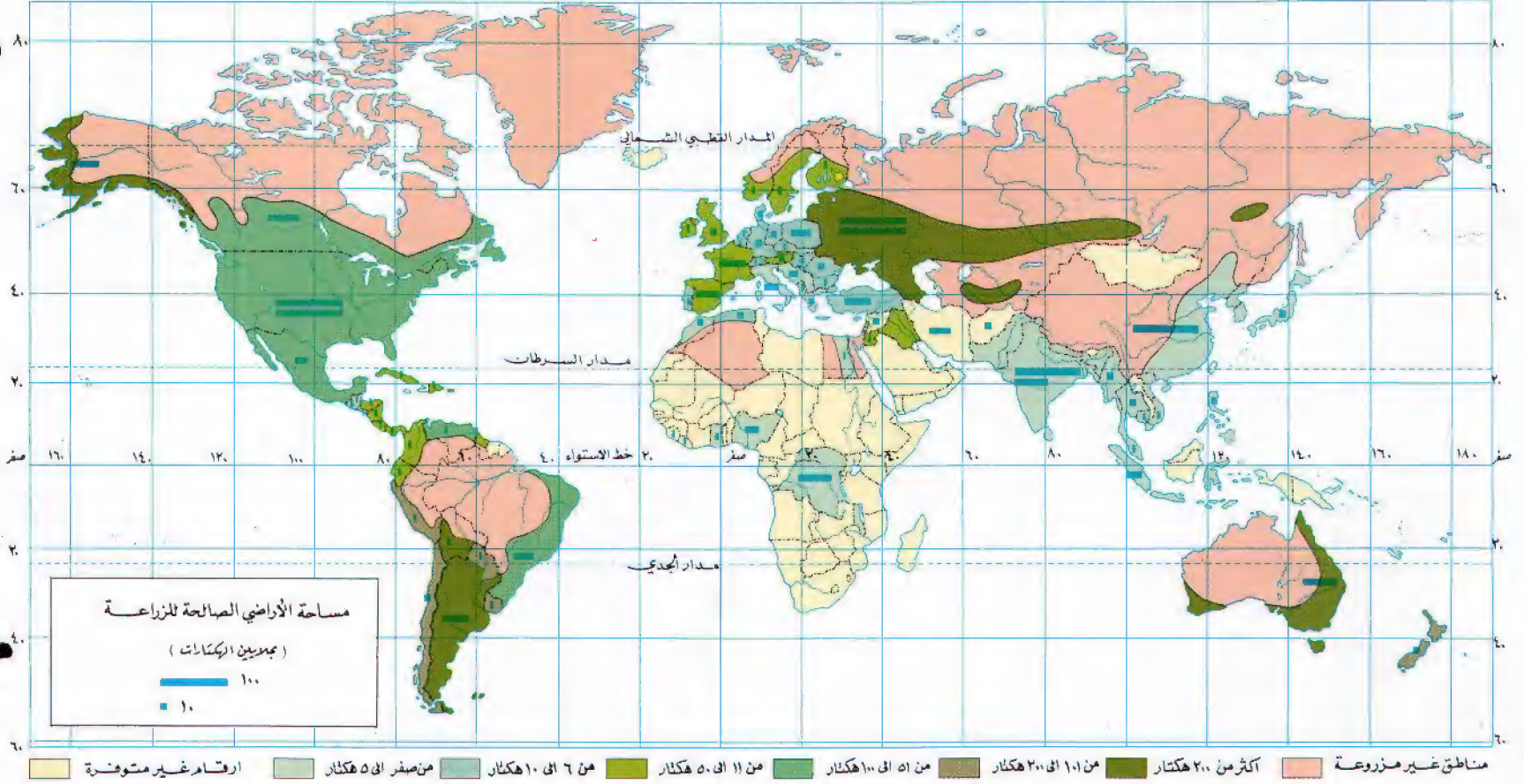


لوحة رقم ٤



- بداوة رعوية
- طرق بدائية في الاقتصاد
(صيد - صيد الأسماك - قطع الأشجار وزراعة بدائية)
- اقتصاد يركز خاصة على منتجات الغابات
- بقر 8
غنم 5
- مناطق تذبذب فيها الزراعة الكثيفة والواسعة
- اقتصاد صناعي
مع ارتفاع في نسبة العمل في قطاع الخدمات
- مناطق ساحلية لصيد الأسماك
- مراكز منجمية
- مناطق غير منظمة اقتصادياً

الحسابات المتوسطة للملكيات الزراعية والمساحات المزروعة



إن المساحة الصالحة للزراعة تحتل ٥٢,٧٪ من اليابسة، بينما لا تشكل المساحة المستغلة فعلاً، إن زراعياً أو كمراع سوى ٢٧,٨٪ من هذه الأراضي

الزراعة

الزراعة هي فن أو علم حراثة الأرض وإثراء المحاصيل وتربية المواشي. تؤمن الزراعة معظم ما نقتات به، كما تؤمن القطن والصوف وأشياء كثيرة أخرى، كزراعة الأشجار التي تمدنا بالأخشاب للبناء والإنتاج الورقي.

قبل انتشار الزراعة، صرف الناس معظم وقتهم في البحث عن الطعام. فاصطادوا الحيوانات وجمعوا النباتات البرية. ومنذ حوالي عشرة آلاف سنة، بدأ الناس يتعلمون بالتدريج كيفية العناية بمحاصيل الحنطة والحبوب، وبدأوا بالاستقرار ببطء في حياة مرتكزة على الزراعة.

عندما بدأ الإنسان بزراعة المحاصيل، بدأ بالمقابل بجمع القطعان وتربية الحيوانات البرية، وهذا ما يسمى بالتدجين، أي إخضاع الحيوانات والنباتات البرية للحاجات البشرية.

وكانت الكلاب أولى الحيوانات المدجنة والمستخدمه لأغراض الصيد. وربما، تم بعدها تدجين الخراف والماعز والبقر. وكانت هذه الحيوانات اصطيدت، من قبل، من أجل جلودها ولحومها. ويعتبر بعضها اليوم مصدراً للحليب والجبن والزبدة. كذلك اكتشف الإنسان صلاحية استعمال الحيوانات المدجنة كالثيران للفلاحة، والحز والتقل.

ومكنت الزراعة الإنسان من إنتاج الفائض الغذائي والاستفادة منه في أيام الشح أو استبداله بسلع أخرى، الشيء الذي مكن المزارعين من التفرد للأعمال الزراعية.

وأسهمت الزراعة في استقرار القبائل الرحل

بالقرب من حقولها. وأدت إلى قيام القرى التي وصلتها العلاقات التجارية بعضها ببعض. وازدهر الإقتصاد في بعض المناطق، فنمت المدن، وتطورت الحضارات، وقامت بذلك الحضارات الأولى المرتكزة على الزراعة المكثفة، بالقرب من نهري الدجلة والفرات في بلاد ما بين النهرين، وعلى طول نهر النيل في مصر.

ومع تطور التقنية والمعرفة البشرية على مدى آلاف السنين، تحسنت الوسائل الزراعية. واستمر التقدم الزراعي التقني يسير ببطء لآلاف السنين. فكان المزارعون يستخدمون الوسائل اليدوية في زراعة أراضيهم. ومع الوقت، تطورت أدوات الزراعة المصنوعة من العظام والحجارة والحديد.

وحوالي ٥٥٠٠ سنة قبل المسيح، طور المزارعون في بلاد ما بين النهرين في جنوب غرب آسيا، أنظمة ري بسيطة، قوامها جز المياه ضمن قنوات من النابيع إلى الحقول. وتمكنوا بذلك من الاستقرار في الأراضي الجافة بعد استصلاحها. هذا، في بلاد ما بين النهرين وبعدها في مصر والصين، شجع قيام وصيانة أنظمة الري المحسنة والحديثة بالثقة على العمل الجماعي المشترك بشكل منظم.

وربما كان لتطوير التدريجي لأنواع النباتات أهمية الري نفسها. فأنواع الحنطة الجديدة مثلاً، والتي عُرفت في جنوب غرب آسيا وفي مصر في حدود عام ٦٠٠٠ ق.م، كانت أصلب من سابقتها. كما تميزت بسهولة انتزاع قشرتها الخارجية وتحويل دقيقها إلى خبز. وتمكن الناس من زرع هذه الحبوب في الحقول المروية.

بعدها ببضعة آلاف سنة، تبنى الرومان أفضل الوسائل الزراعية المقتبسة من الشعوب المحتلة. فجاؤوا بأنواع مختلفة من حبوب الحنطة من جنوب غرب آسيا وشمال أفريقيا إلى روما، وتمكنوا من تكييفها مع أراضيهم، وتركوا مخطوطات سجلوا فيها ملاحظاتهم عن طرق الزراعة.

وخلال القرون الوسطى، جيء بحصان الجرّ إلى أوروبا الشمالية. كانت قدرة جرّه في البداية دون قدرة الثيران، لكن النوع المبتكر لعدة الركوب الصينية التصميم، ضاعف من قدرة عمل الحصان حوالي أربع مرات. وهكذا استبدل الثور بالحصان كحيوان للجرّ في عدة دول أوروبية.

واتبع عدد من مزارعي القرون الوسطى نظام الحقل المفتوح القاضي بتبديل الزراعة في الحقول، وذلك بزرع حقل في الربيع وآخر في الخريف، وترك حقل غير مزروع. وهذا النظام يضمن استبقاء الغذاء في التربة ويزيد من إنتاج المحاصيل.

وخلال القرنين الخامس عشر والسادس عشر، أدخل الرّواد أنواعاً جديدة من النباتات والمنتجات الزراعية إلى أوروبا، فجاؤوا بالقهوة والشاي وشجرة النيلة - وهي شجرة تعطي صبغة زرقاء - من آسيا، وأخذوا من القارة الأميركية نباتات البطاطا والبنندورة والفاصوليا والفسق والتبغ. واعتبر بعضها سلعاً رئيسية زادت إلى أنواع الغذاء في عدة مناطق أوروبية.

القرنان الثامن عشر والتاسع عشر

حقبة هامة من التقدم الزراعي بدأت في مطلع

القرن الثامن عشر في بريطانيا العظمى والبلدان المنخفضة، المعروفة اليوم ببلجيكا ولوكسمبورج وهولندا (الأراضي المنخفضة)، واستمرت لأكثر من قرن. ومع الوقت ساهمت الإختراعات الزراعية في أوروبا والولايات المتحدة وكندا وغيرها من الدول في زيادة الإنتاج الغذائي بشكل ملفت. واعتُبرت ثائرة الحب التي ابتكرها جيثرو تال Jethro Tull، حوالي العام ١٧٠١، في إنجلترا، وأدخل عليها التحسينات، أحد أهم تلك الإختراعات. فهذه الآلة تمكنت من حفر الأتلام ونثر الحبوب، مختصرة بذلك وقت المزارعين الذين كانوا ما يزالون حتى ذلك الوقت ينثرون الحبوب بأيديهم. وانتشر استعمال هذه الآلة في نهاية القرن الثامن عشر بشكل واسع. ومع ذلك، بقي معظم المناطق العالمية، غير متأثر بهذه الإختراعات، بممارس الوسائل الزراعية القديمة.

وظهرت عدة آلات في الولايات المتحدة الأميركية. فقطافة القطن التي اخترعها إيلي ويتني Eli Whitney العام ١٧٩٣، خفّضت من الوقت المطلوب لفصل ألياف القطن عن الحبوب. وفي حقبة الثلاثينات للقرن التاسع عشر، ساعدت الحصادة التي اخترعها سيرس ماك كورميك Cyrus McCormick والتي اعتبرت آنذاك تطوراً ضخماً لآلات الحصاد، على تحديث طريقة قطع الحنطة. وفي الوقت نفسه تقريباً، اخترع جون وهيرام بيتس John Hiram Pitts دراسة الحنطة المزودة بالقدرة الميكانيكية، والتي اختصرت الطريقة المملة في فصل الحبوب والبذور عن العصافة والقش. ومكن المحراث

الأمراض والأوبئة الزراعية، كرش محاصيلهم بالسموم المستخرجة من الحشائش، وتقنية الحشرات بأيديهم. أما اليوم، فتعتمد أكثرية المزارعين، وخصوصاً في الدول المتقدمة، على الكيمائيات للحد من الأوبئة التي تتراوح بين الحشرات والحيوانات الضارة كالآرانب والفئران، إلى جانب الحشائش السامة والأمراض العضوية والجراثيم والفيروسات والفطريات. ورغم أن هذه الوسائل الحديثة قد أثبتت فعاليتها في تدني خسائر المحاصيل بشكل ملفت، إلا أن الإغتماد الكلي على الكيمائيات أفسد البيئة بقضائيه على الحيوانات النافعة والضارة على حد سواء، عدا عن تعرضه صحة الإنسان للخطر بتلويته مصادر المياه.

ورغبة في تصحيح الخطأ، يفتش العلماء اليوم عن كيمائيات زراعية أقل خطورة ووسائل طبيعية لمكافحة الحشرات، هذه الوسائل التي بدأ المزارعون باعتمادها بالفعل والتقليل من استعمال الكيمائيات.

لآلاف السنين، اعتمد المزارعون على المواد الطبيعية كالأسمدة العضوية والرماد والعظام المسحوقة وأجزاء الأسماك وبراز الطيور المسقى بالحيوانات^(١) Guano لتغذية التربة وسد حاجاتها.

وفي أوائل القرن التاسع عشر، اكتشف العلماء المواد الأساسية لنمو النباتات، وهي النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، وبعدها تم تصنيع الأسمدة المحتوية على تلك المواد في الولايات المتحدة وأوروبا؛ وتعتمد هذه الأسمدة حالياً من قِبل عدد كبير من المزارعين لأنها تؤمن زيادة المحاصيل، ولأن الأسمدة والخصبات العضوية لم تعد متوفرة بكميات كافية.

(١) الجوانو: سمد طبيعي من ذرق الطيور البحرية.

الفولاذي الذي أدخله جون ديربي John Deere، عام ١٨٣٧، من العمل في تربة المروج الغربية الوسطى الصلبة بقدرة حصانية أقل. ذلك أن المحراث صمم خصيصاً لتجنب الالتصاق بالتربة السوداء الثقيلة.

وتبنت الدول الأوروبية خلال القرن التاسع عشر الطرق الدورية في جني المحاصيل، والمستحثة في أوائل القرن الثامن عشر في البلاد المنخفضة وإنجلترا، والتي اعتبرت في حينها وسائل في غاية النجاح، كنظام الحقول الأربعة في نورفوك Norfolk والمطور في إنجلترا. ويقضي هذا النظام بزرع عدة محاصيل على مدار السنة، بما فيها الحنطة واللفت والشعير والبرسيم والذوآن، ما يزيد من غذاء التربة ويمكن المزارعين من زراعة المحصول الكافي للبيع بدون ترك أراضٍ بور.

تطورات القرن العشرين

في نهاية الخمسينات من القرن العشرين، كانت أكثرية الفلاحين في الدول المتقدمة تستخدم البنزين والكهرباء لتسيير الآلات الزراعية. واستبدلت حيوانات الفلاحة بالجرارات والآلات المسيّرة بالبخار. واستعمل المزارعون آلة خاصة لكل مرحلة من مراحل الفلاحة.

وأصبحت الكهرباء مصدراً للطاقة في مزارع اليابان وألمانيا في أوائل القرن العشرين. ففي حدود العام ١٩٦٠، أصبح معظم مزارع الولايات المتحدة الأميركية مزوداً بالكهرباء. فأصبحت مباني المزارع وزودت الآلات بالطاقة، كمضخات المياه وآلات استدرار الحليب ومعدات التلقيح. وتشتأثر الكهرباء اليوم بالحيط البيئي للاهراءات والمواشي وبيوت الدجاج، كما تدير حاسبات المزارع الآلية.

وكان المزارعون يعتمدون الطرق التقليدية في مكافحة

فلاحة بدائية في حقل بطاطا قرب بهير دار في أثيوبيا



الأرض المزروعة: لا تشكّل الأرض المزروعة سوى عُشر اليابسة. وتحتل القسم الأكبر من الأراضي الباقية قطنسوتا الجليد والصحاري والغابات والجبال والمراعي والمناطق المدنية بطرقاتها ومصانعها. لا تتوزّع الأراضي المروية بشكل متساو بين مختلف القارات. في المناطق المعتدلة، تسهل التربة والمناخ عملية الزرع، ويسمحان بزراعة أنواع كثيرة من المحاصيل وتربية ضروب منوعة من الحيوانات الزراعية، بينما يقتصر الزرع في المناطق الإستوائية والمدارية على بعض الحبوب مثل الأرز والذرة وعلى المنتجات المتخصصة مثل الشاي والبن والكاكاو وقصب السكر والفواكه الإستوائية.





الحيل الضخمة تفلح الأرض في وينكاتون في إنجلترا

الزراعة في الدول النامية

يعيش معظم المزارعين في الدول النامية كأفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية، ويحرثون أراضيهم كما فعل أسلافهم قبل مئات أو آلاف السنين. فمعظمهم عاجز عن تحقيل نفقات التكنولوجيا التي تؤمن زيادة محاصيلهم. فترتهم في معظم الأحيان تُحرق أو تُستنفد. ولا يملكون غير سواعدهم وحيواناتهم. ويعتمدون على الأمطار والفيضانات أو كلاهما معاً، ما يؤدي إلى تدني إنتاجهم الفردي بالنسبة لإنتاج المزارعين المستفيدين من التقنية الحديثة. وهذه الفئة من المزارعين تعمل فقط لسد حاجاتها الشخصية وسد رمق عائلاتها عكس المزارعين التجار الذين يستغلون المحاصيل للمردود المادي.

أساليب مختلفة في الحراثة

تختلف أساليب الحراثة بشكل واسع باختلاف المناطق في العالم لأسباب تتعلق بالمناخ والتربة والتقاليد والتقنية المتوفرة. ففي شاطئ غرب أفريقيا، يزرع المزارعون، وهم عادة من النساء، الذرة مباشرة بعد هطول الأمطار الأولى للموسم الزراعي، وعادة يتبعون الطريقة القديمة المسماة بـ «اقطع واحرق»، والقاضية بأن تقطع المزارعة أولاً جميع الأعشاب في أرضها، ثم تشعل فيها النيران بعد جفافها. فالحرارة الناجمة عن الحريق تسهل

أكثر بخمسين مرة من مثيلاتها المزرعة في التربة العادية.

أما الرعاية المائية فهي مبدئياً تربية الأسماك والأصداف، والتي اعتمدتها مصر والصين والهند منذ آلاف السنين، وتُمارَس اليوم في البرك الاصطناعية والبحيرات والمحيطات وغيرها من المستودعات المائية في العالم. واتخذ بعض أشكال هذه الزراعة طابعاً صناعياً هاماً، كتربية القريدس في عدّة بلدان آسيوية، وفي أمريكا اللاتينية وجنوب الولايات المتحدة الأميركية.

الثروة الخضراء

خلال الخمسينات والستينات، طوّر العلماء سلالات جديدة من القمح والأرز الكثير الإنتاج، وأدخلوها إلى المكسيك وأجزاء من آسيا، ما رفع من مستوى إنتاج هذه المناطق. وتمكّنت الدول المنتجة للحبوب بكثافة كالهند وأندونيسيا والفلبين، من تكديس الفائض منها في معظم السنوات. وسُمّيت هذه التجربة بالثروة الخضراء.

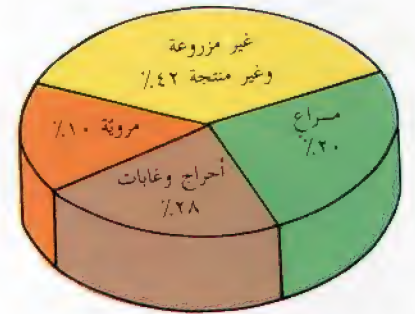
ورافق نجاح الثروة الخضراء مشاكل غير مرتقبة. فإنتاج سلالة الحبوب المعطاءة العجائبة يتطلب الريّ والخضبات الكيميائية ومضادات الأوبئة، ما أثقل كاهل صغار المزارعين ممّن تبنوا التقنية الحديثة وأبعدهم عن المضاربة مع المزارعين الأثرياء. فانتهى بهم الأمر إلى خسارة أراضيهم.

في عملية الاستيلاء الموجه (تحسين النسل)، فالمستولدون استعملوا مثلاً التلقيح الصناعي لإنتاج الأبقار الحلوب والتي تدرّ كميات أكثر من الحليب.

ومع بداية السبعينات، وجد العلماء أنّ بإمكانهم إعادة ترتيب المورثات في الخلايا وإضافة مورثات جديدة لتعزيز إنتاج المحاصيل والمواشي وتحسينها ضد الأمراض، وتسمى هذه العملية بهندسة علم الوراثة Genetic engineering، وهي تستعين مثلاً بمورثة جديدة لتطعيم الفواولة (الفريز) بقصد زيادة مناعتها ضدّ الصقيع، وبالتالي تمديد فصل إنتاجها.

كما أنّ تطوير لقاحات المواشي، إضافة إلى العلف المغذي، أدّى إلى اختصار التكاليف والعناية العلمية بالدواجن، وهذا يظهر بوضوح في تفوّق الحيوانات المعاصرة على أسلافها في النمو والإنتاج. فالدجاجة البيضاء تُنتج حوالي ٢٥٠ بيضة في السنة، بينما سجلت التقارير أنّ مثيلاتها في حدود الخمسينات أنتجت من ٥٠ إلى ١٥٠ بيضة سنوياً.

وتشمل الزراعة أنواعاً جديدة من التعهّد الزراعي كالإستنبات المائي Hydro Culture والرعاية المائية Aqua Culture، وكلاهما يعتمد على الإنتاج المائي. فالإستنبات المائي هو زراعة النبات في محلول مائي مغدّ؛ يكفي ٠,٤ هكتار من هذا المحلول لإنتاج كمية من الخس



استعمال الأرض: يظهر الرسم البياني الوضع الحالي لاستعمال الأرض، وهو نتيجة تغيير الإنسان لحيطه؛ على سبيل المثال، إنّ الغابات التي كانت تغطي نصف سطح الأرض تقريباً، قد أبيضّت في معظمها لتستعمل أرضها في الزراعة. والواقع أنّ هذه النسب تظهر وجود لاتوازن خطير: يتشكّل معظم الأراضي غير المزرعة وغير المنتجة من أراض صحراوية تزداد بفعل انحسار المراعي (ظاهرة التصحر).

التقنية الزراعية

مع التعقّد في دراسة السمات التي يرثها الكائن الحي وكيفية انتقالها بشكل علمي، تمكن العلماء من انتقاء الخصائص المطلوب إعادة إنتاجها، بغية تحسين أنواع النبات والحيوان؛ فالتقنية الحديثة أحدثت ثورة



الاهراءات الثلاثة



مشهد لمزرعة كبيرة



حقل جاهز للحصاد



الاهراءات في الوادي الأخضر المشهور في نيويورك

الخفيضة في الأراضي البور. وتعتمد القبيلة على حليب القطعان كقوتها الأساسي، ونادراً ما تذيب حيواناتها من أجل لحومها.

أما في الولايات المتحدة، فتستولد قطعان البقر لتنمو بسرعة، وتعطي كميات من اللحم. فعندما يبلغ عمرها بين الخمسة أشهر والإثني عشر شهراً، تُنقل إلى المراعي وتُستبقى في الحظائر حيث تتم تغذيتها بالحبوب وإضافات الفيتامينات حتى تبلغ الحجم المطلوب للتسويق.

يقتني معظم العائلات في العالم الدجاج لتزويد أفرادها بالبيض واللحوم، وتفتش الطيور عن طعامها في أقبية المزارع وخلف الأبنية. وتقتات بما تلقاه من الحبوب والحشرات وفات الطعام المنزلي والفائض من حبوب الحنطة.

أما تربية الدواجن في الدول المتقدمة، فتعتبر اليوم أحد أهم النشاطات الزراعية، فيربي الدجاج من أجل بيضه ولحومه. ويمكن لبيت الدجاج الواحد استيعاب أكثر من مليون طائر. وتتولى الآلات عادة تأمين الطعام والشراب وجمع البيض وإزالة الفضلات بطريقة آلية.

مستقبل الزراعة

يعتقد الخبراء أنّ عدد سكّان العالم سيتضاعف من خمسة إلى عشرة مليارات في حقبة الخمسين إلى الستين سنة المقبلة. لذلك يتحتم على الإنتاج الغذائي أن يجري سرعة النمو السكاني، وهذا تحدّ هائل. لكن الخبراء مقتنعون بإمكانية مواجهته.

منذ العام ١٩٤٥، بدأت مشكلة المجاعة تتفاقم بسبب التفاوت في توزيع المخزون الغذائي العالمي، وليس بسبب نقص الغذاء. فالتوازن بين المعدّل السكاني والأراضي المنتجة يميل لصالح بعض الدول أكثر من غيرها. فهذا التوازن مثلاً مؤتمن في الولايات المتحدة الأميركية أكثر منه في الهند أو غيرها من الدول النامية. ويعتقد الخبراء أنّ سياسة الحكومات في الدول المتقدمة والنامية على السواء، مسؤولة عن إعاقة تحقيق المساواة في التوزيع الغذائي، هذا إلى جانب المعوقات الطبيعية كالجفاف والفيضانات وغيرها من الكوارث التي تسبب نقص المحاصيل في الإنتاج الغذائي.

ويعتقد الخبراء أنّ حوالي ٥٨٠ مليون شخص، أي ما يوازي ١٠٪ تقريباً من سكّان الأرض يعانون الفقر والمجاعة بسبب النقص الخطير في التغذية. ومن المؤسف أنّ التزايد السكاني المفترض خلال الخمسين سنة المقبلة سيحصل في الدول الفقيرة بالذات حيث تتفاقم المجاعة فيها اليوم بشكل خطير.

إنّ المساعدات الغذائية التي تقدّمها الدول الغنية لن تحلّ مشكلة المجاعة في العالم. فالدول الفقيرة لا تملك المال لشراء الطعام الكافي، ولا ترغب في الاعتماد على الهيئات الدولية إلى الأبد، ذلك أنّ الهيئات الدائمة تُثبّتها عن محاولة تطوير برنامجها الزراعي الخاص. وفي رأي الخبراء أنّ

حرارة التربة، كما أنّ النباتات المحروقة تتحوّل فيها إلى مخضبات. وتتولى المزارعة بعدها نثر الذرة المخزّنة من محصول العام الفائت. وبين أنثام الذرة، تزرع أنواعاً من المحاصيل المطلوبة من الحبوب كاللوبيا، والجنذور كالبطاطا الحلوة والنبهوت^(٢)، وتسمى هذه الطريقة في الزراعة بطريقة تعدد المحاصيل Interropping. فتغطي الأرض بالخضار تؤمن اختزان الرطوبة والمخوّل دون جرف الأمطار الموسميّة للتربة.

تؤمن الأمطار المياه للنباتات المزروعة، وتتخلّص المزارعة من الأعشاب الضارة بواسطة الحفرة. وفي موسم الحصاد، تقطف مع عائلتها أكواز الذرة، وتنزع قشرتها الخارجية، وتركها لتجفّ تحت أشعة الشمس. بعدها تتولى جرشها لتحوّلها إلى عصيدة للأكل. أما معدّل محصول الذرة فيقدر بـ ١,٣ طن للهكتار الواحد.

أما الطرق الزراعية المتبعة ضمن حزام الذرة^(٣) Corn Belt في الولايات المتحدة الأميركية، فمختلفة. فبعد قطف الذرة مباشرة في الخريف، يطمّر مزارعو ولاية أيوا بقايا النبات أو الجذام^(٤) في التربة. وفي الربيع، يحرقون الأرض ثانية، مستعملين آلات مجّهزة بمجاذيف أو أقراص فولاذية حادة الأطراف تدعى الأقراص الممهّدة، وهي تغرز في التربة وتقطعها إلى أجزاء صغيرة لتزوّدّها بالهواء، بعدها، يأتي الجرّار ليذري الحبوب بواسطة الشّارة الجرّارة التي تحفر الأنثام وتملأها ببذور الذرة العالية الإنتاج، ثمّ تغطّيها بالتربة. وعندما تنبت البذور، تتولى آلة أخرى حقن التربة بالمخصّبات. بعدها يأتي دور المزارع، فيقتلع الأعشاب الضارة بواسطة محراث الجرّار، وذلك خلال الموسم الزراعي.

ويمتكن مزارع ولاية أيوا من زراعة حوالي ٤٠ هكتاراً من الذرة وحدها. وتسمى هذه الزراعة بالزراعة الأحادية، أي مزاوله زراعة الصنف الواحد. ويستعمل المزارع في الحصاد، الحصاد الآليّة التي تلتقط أكواز الذرة، وتنزع حباتها وتفرغها داخل مخزن خاص. أما معدّل الحصاد فيقدر بحوالي ثمانية أطنان لكلّ هكتار. أما معدّل جني الحصاد في الساعة الواحدة فيقدر بـ ١,٦ هكتار، ويستعمل معظم حبوب الذرة لإطعام المواشي والدواجن.

اختلاف العناية العلميّة بالحيوانات

تعتبر الحيوانات الداجنة في أكثرية دول العالم مصدراً هاماً للطعام. لكنّ العناية بها تختلف من دولة إلى أخرى. فبالإضافة إلى الحيوانات الداجنة من الأليكة^(٥) Alpacos في البيرو، إلى الدرباني^(٦) Zebus في الهند، تنشأ وترعى بأشكال مختلفة. ففي نيجيريا مثلاً، تحتكر قبيلة فولاني Fulani ٨٠٪ من القطعان. وهي قبيلة رعاة رُحل تنقل من مرعى إلى آخر، وتغذي قطعانها بالحشائش والشجيرات

(٢) المنيهوت: نبات يُستخرج من جذوره نشاء معدّ.

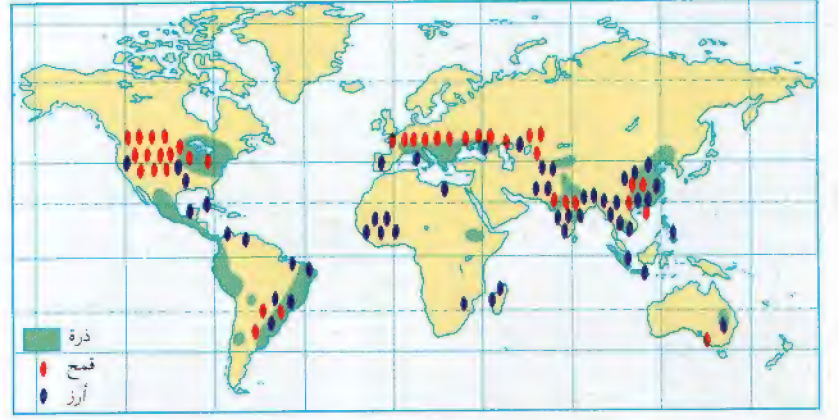
(٣) حزام الذرة: منطقة في شرق ووسط الولايات المتحدة، مزروعة بالذرة تمتدّ في الولايات التالية: غرب أوهايو، إنديانا، إلينوي، أيوا، جنوب مينيسوتا، شرق داكوتا الجنوبية، شرق نبراسكا، شرق كانساس وشمال مسوري.

(٤) الجذام: ما يبقى من الزرع بعد الحصاد.

(٥) الأليكة: حيوان ثديي في أميركا الجنوبية، شبيه بالحروف، طويل الصوف وناعم.

(٦) الدرباني: حيوان ثديي من الفصيلة البقرية، على غاربه سنام.

المحاصيل



القمح: يرجع موطن القمح الأصلي إلى جنوب غرب آسيا، وهو يزرع اليوم في كل مناطق العالم.



الذرة: نبات عشبي موطنه الأصلي وسط أميركا الجنوبية. ويستعمل القسم الأكبر من الإنتاج علفاً للحيوانات.

الأرز: هو الطعام التقليدي، وأحياناً الوحيد، لعدد كبير من الشعوب الآسيوية. ويتطلب الأرز درجات حرارة مرتفعة والكثير من الرطوبة.



هذه المشكلة لن تُحل ما لم تحصل الدول المعنية على الإمكانيات اللازمة لزراعة حاجاتها من الطعام أو الحصول على المال الكافي لايتياعه من الأسواق العالمية. وقد تتمكن هذه الدول من تحقيق أهدافها عن طريق تطبيق الطرق العلمية في الزراعة بشكل دائم.

فمن خلال الاستيلاء الموجه وهندسة علم الوراثة، يطور العلماء اليوم أنواعاً جديدة من المحاصيل العالية الإنتاج، والتي لا تحتاج إلى الكثير من مياه الري ومضادات الحشرات أو المخصبات، والتي تنمو في المناخات الباردة والحارة على السواء. وإضافة إلى ذلك، يحاولون تطوير محاصيل تشبه الفاصوليا والبازيلا بطريقة امتصاصها للنيتروجين من الهواء وإنتاجه في التربة، مما يخفف من استعمال المخصبات الغالية الثمن. مع ذلك، لن يتمكن علم الزراعة بمفرده من حل مشاكل المجاعة في العالم.

لكن حكومات البلاد النامية قادرة على تغيير الوضع عن طريق حث المزارعين على زيادة إنتاجهم بتأمين المستلزمات الضرورية كرفع أسعار المحاصيل، وتعليم المزارع أساليب الزراعة المتطورة وإقراضه المال اللازم للإستعانة بالتكنولوجيا الحديثة والمخصبات والأدوات الزراعية، كما يمكنها تحسين دورة التوزيع

الغذائي بإصلاح الطرق وتأمين الإهراءات وتطوير شبكة الإتصالات. فمن الضروري إيجاد السبل اللازمة لزيادة المدخول وتخفيض مستوى الفقر في البلدان النامية لمساعدة الناس على شراء الطعام.

ولكن من الصعب مواجهة تحديات إطفام الجوع، ما لم تتم المحافظة على المياه والتربة. فالممارسات الزراعية في الدول المتقدمة والتنمية على السواء، أدت إلى خسارة كبيرة في مياه التربة الفوقية وغيرها من المصادر، لذلك تحتاج عدّة دول إلى تحسين برامج إعادة التحريج، لأنّ القطع العشوائي للغابات زاد من حدة الإنهيارات التي جرفت بدورها التربة الفوقية. ثم إنّ تزايد عدد السكان دفع المزارعين إلى زراعة أراض هشة تسبب فلاحتها بجرف تربتها. كما أدى الطلب على الطعام إلى زيادة الري، ما تسبب في بعض المناطق بهبوط المستوى المائي، وبالتالي بجفاف الآبار؛ كما إنّ الكيماويات الزراعية التي تزيد الإنتاج، كثيراً ما تلوث التربة والمياه الجوفية وتفسد دائرة الترابط الغذائي.

ليس من الضروري أن تسبب الزراعة بإيذاء البيئة. فبالمحافظة على الأرض والمياه والهواء، وبمشاركة أصحاب المعرفة والخبرة والمصادر، قد يتمكن الناس من إيجاد الحلول لمشكلة المجاعة في العالم.

تعبئة خزانات الحبوب على ضفة نهر الميسيسيبي في ولاية ايوا في الولايات المتحدة الأمريكية





الحبوب هي يزور بعض الأعشاب، الصالحة للأكل. زراعات الحبوب الأكثر شيوعاً هي زراعات الأرز والقمح والذرة. وهناك أيضاً الذرة البيضاء والدخن والجاودار والشعير والشوفان وغيرها. في جميع أنحاء العالم، تبقى الحبوب أكثر المنتجات الغذائية الرئيسية أهمية: ثلاثة أرباع السعرات الحرارية التي يستهلكها الإنسان تأتي من الحبوب، وتغذي الحبوب أيضاً الماشية، كما توفر المواد الخام للمواد المصنعة كالورق والمعجونة ومواد التجميل.

تعني الزراعة بتخصيص الأراضي لنمو المحاصيل وتربية المواشي. يوفر هذا القطاع معظم الغذاء العالمي تقريباً. يقيم معظم سكان الدول النامية في مزارع توفر لهم مورداً للرزق، وتعطيهم أكثر بقليل مما تحتاجه عائلاتهم من المواد الغذائية. وينطبق العكس على الدول المتطورة. لا يزال الزراعة في الولايات المتحدة سوى ٢,٥ بالمئة من السكان؛ وبالرغم من ذلك، يمكنهم توفير كميات ضخمة من الغذاء. وتبرز التقنية المتقدمة كعامل رئيسي في ازدهار تجارة الزراعة فيها.





الفصل النبوتي هو تلك الفترة من العام التي تنمو فيها المحاصيل وغيرها من النباتات بنجاح. ويختلف طوله بين مكان وآخر. ففي المناطق المدارية، يمكن لهذه الفترة أن تدوم طوال العام، أو يمكن أن تكون رهناً بفصل ممطر. وفي المناطق المعتدلة والقطبية، يكون الفصل النبوتي رهناً، إلى حد بعيد، بدرجات الحرارة، ويمكنه أن يدوم بين أقل من شهرين إلى أكثر من ستة أشهر. كما يؤثر الارتفاع أيضاً على الفصول النبوتية: إن الارتفاعات العالية تعني، عموماً، فترات أقصر والارتفاعات المنخفضة، فترات أطول. يحتاج معظم المحاصيل إلى فصل نبوتي لا يقل عن ٩٠ يوماً. في المناطق المعتدلة، يحسب الفصل النبوتي عادة بإجراء حساب معدل عدد الأيام الواقعة بين آخر صقيع كثيف في الربيع وأول صقيع قاس في الخريف.





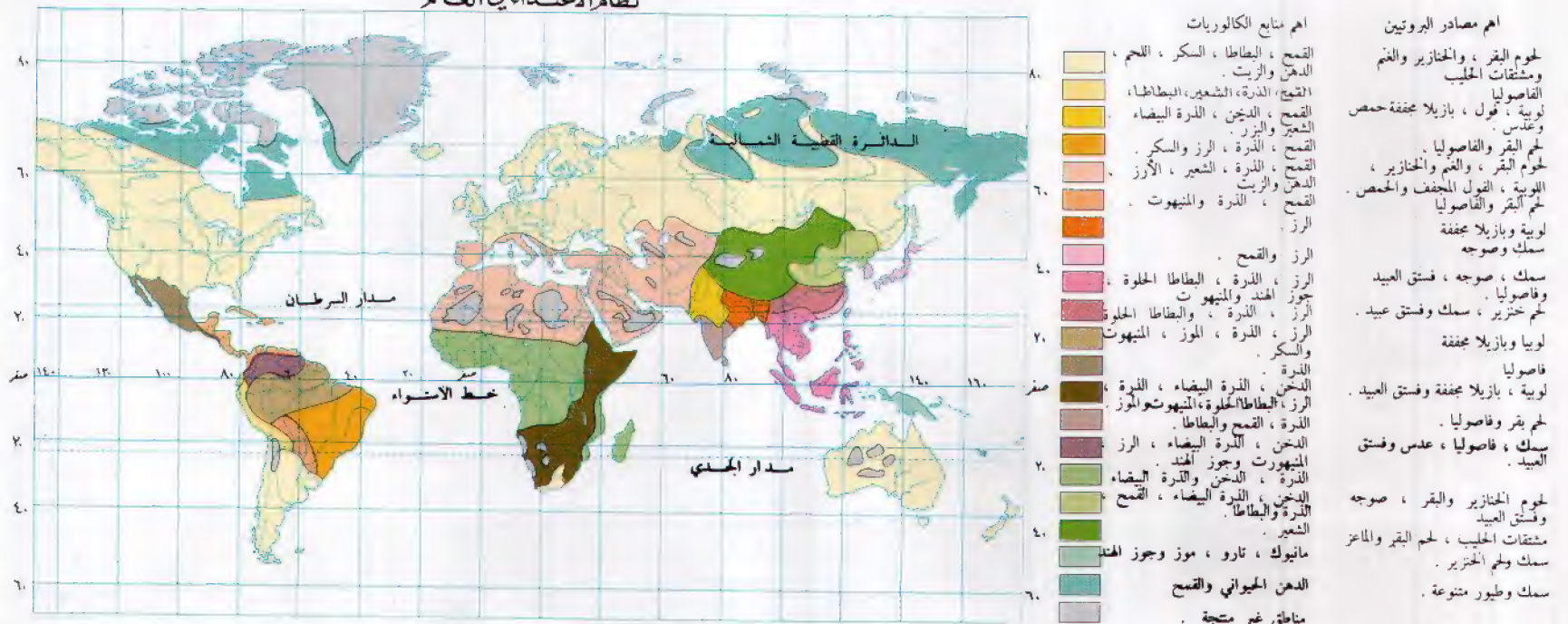
قطاف أوراق الشاي في جافا في أندونيسيا

عمال يقطفون الدخان في كوبا





نظام الاغتذاء في العالم



الغذاء هو إحدى الضرورات الأساسية في الحياة. يحتوي الطعام على المواد المغذية الضرورية جداً لنمو وتجدد أنسجة الجسم والحفاظة عليها، والضرورية أيضاً لتنظيم العمليات الحيوية. تؤمن المواد المغذية الطاقة التي تحتاجها أجسامنا كي تؤدي وظائفها.

تقاس قيمة الطاقة الموجودة في الطعام بواسطة وحدات تدعى وحدات حرارية.

يحدد العمر، الجنس، الوزن، الطول ودرجة النشاط، عدد الوحدات الحرارية التي يحتاجها الإنسان كل يوم.

الغذاء

أنواع المواد الغذائية

يقسم العلماء المواد الغذائية إلى عدة مجموعات: الكربوهيدرات، الدهون، البروتينات، المعادن والفيتامينات.

الكربوهيدرات: تزود الجسم بالطاقة، وتأتي غالبية التي نأكلها، من النباتات. إنها تتضمن النشويات الموجودة في النباتات المنتجة للحبوب، وفي البطاطا والبطاطا الحلوة، والسكريات الموجودة في الفاكهة، الخضرا، والحليب. يُزرع قصب السكر والشمندر السكري من أجل محتوَاهما من السكر بشكل خاص. لقد حوّل الكثير من النشويات والسكريات التي نأكلها إلى متوجات كالتحجين والسكر الأبيض.

الدهنيات: إنّ الطاقة التي تزود الدهون الجسم بها تفوق الطاقة التي تؤمنها الكربوهيدرات بمزتين أو أكثر، وهي تساعد أيضاً على حماية وعزل الجسم وأعضائه. وهي تتضمن زيوت النباتات كفول الصويا، بذرة القطن وزيت الذرة. وتُستعمل هذه في الطبخ وفي تصنيع الكثير من الأطعمة. تشمل دهنيات الحيوان على الزبدة، والدهنيات المتواجدة في البيض، الحليب، الجبنة، اللحوم، الدجاج والسمك.

البروتينات: تتواجد البروتينات في جميع الأطعمة تقريباً، ولكن بكميات متفاوتة. إنّها بناءة الخلايا الرئيسية في الجسم، وتساعد أيضاً على المحافظة على عافية الجلد، العظام، العضلات والدم. وهي تساهم كذلك في

تنظيم العمليات التي تجري في الجسم كنقل الأكسجين والمواد الغذائية داخل وخارج الخلايا، وتخثر الدم وتشكل الأجسام المضادة^(١) التي تساعد على مكافحة المرض. وتؤمن البروتينات الموجودة في اللحم، السمك، الدجاج، البيض ومنتجات صناعة الألبان والأجبان، جميع الكميات المتوازنة التي يحتاجها الجسم. وكذلك فإن البروتينات النباتية، كنلك التي توجد في الحبوب، الجوز، وبعض أنواع الفاصوليا، تؤمن كميات كافية من البروتينات عندما تؤكل مع مأكولات أخرى ملائمة.

المعادن والفيتامينات: تُدعى المعادن والفيتامينات موادَّ غذائية صغيرة نظراً لأنَّ الجسم يحتاجها في كميات صغيرة جداً بالمقارنة مع الكربوهيدرات، الدهون، والبروتينات. وتؤمن المعادن الموادَّ البتانة للجسم، وتساعد على تنظيم نشاطاته تماماً كما تفعل البروتينات. فمثلاً، يبني الكالسيوم والفوسفور عظاماً وأسناناً قوية، ويساهم الحديد بوجود دم معافى، ويساعد اليود في تأمين غدة درقية^(٢) Thyroid تؤذي وظيفتها. أما الفيتامينات فهي تساعد الجسم على استعمال الموادَّ الغذائية الأخرى بشكل كامل، وذلك بمعاونة التفاعلات الكيميائية التي تجعل هذه الموادَّ تعمل.

يحتاج الجسم إلى ضروريات أخرى من أجل سلامته، وهذه تشمل الماء، الأكسجين، والألياف؛ يدخل بعض العلماء الماء في لائحة الموادَّ الغذائية الأساسية. وهو يشكل أكثر من ٥٠٪ من الجسم ويدخل في معظم

عملياته، كتنظيم الحرارة، نقل المواد الغذائية إلى الخلايا، وإزالة الفضلات منها أيضاً. بما أنَّ الأكسجين يُستنشق ولا يُؤكل، فإنه ليس مادة غذائية؛ ولكنه ضروري جداً للحياة، فهو يسمح بانتقال الطاقة من الطعام إلى الجسد. النسيج الليفى هو مادة عسرة الهضم موجودة في معظم الأطعمة النباتية. تعطي الألياف أهمية إلى الغذاء وتساهم في المحافظة على سلامة الإمعاء. من بين المأكولات الغنية بالألياف، الحبوب الكاملة، والفاصوليا المجففة، والفاكهة والخضر الطازجة.

النباتات المنتجة للحبوب

كانت النبتة المنتجة للحبوب مصدر الطعام الرئيسي لجميع الحضارات. أكثر الحبوب زرعاً اليوم هي القمح، الأرز والذرة. الذرة البيضاء، الدخن⁽³⁾، الشعير، الشوفان⁽⁴⁾، والجاودار Rye هي حبوب مهمة أخرى.

النباتات المنتجة للحبوب هي أهم
المقاييسات في العالم أجمع، بمعنى أنها
تؤكل بانتظام وفي كميات كبيرة. إنها تؤمن
ثلاثة أرباع الوحدات الحرارية، والكثير من
الكربوهيدرات والبروتينات التي تستهلكها
شعوب العالم. ليست النباتات المنتجة
للحبوب والمنتجات المصنوعة منها مجرد
غذاء للشعوب، ولكنها تشكل أيضاً قوتاً
للدواجن كالماشية والدجاج.

في جميع أرجاء العالم، يُزرع الكثير من الأراضي بالحنطة أكثر منها بأي نوع حبوب آخر. فالقمح هو مقوم رئيسي في جميع أنواع الخبز. إنّ الاتحاد السوفياتي السابق، الصين، الولايات المتحدة، الهند وكندا هي أكثر البلدان إنتاجاً للحنطة.

أما الأرز فهو عشبة آسيوية استوائية، ويعتبر الغذاء الرئيسي لأكثر من نصف شعوب الكرة الأرضية؛ فجنوب وشرق آسيا ينتجان ويستهلكان أكثر من ٩٠٪ من محصول العالم الإجمالي من الأرز. كذلك، فهو صنف قياسي للشعوب في أجزاء من أفريقيا وأميركا اللاتينية. يزدهر هذا النوع من الحبوب في مناخ دافئ، رطب، حيث هناك كمية أمطار وافرة أو حيث الأرض نديّة.

على الرغم من أن نبتة الذرة موجودة أصلاً في بلاد أميركا، ولكنّها تُزرع الآن في معظم أنحاء العالم. إنّها تنمو في تربة ومناخات متعدّدة وعلى ارتفاعات مختلفة. ينتج المزارعون في الولايات المتحدة ما يقارب نصف محصول العالم من الذرة؛ وتُستخدم ٨٠٪ منها لإطعام المواشي.

غالباً ما تُستعمل الذرة البيضاء والدخن لإطعام المواشي، ولكن هذه الحبوب تُعتبر أيضاً أطعمة قياسية للشعوب في أجزاء من أفريقيا وآسيا، حيث تُستعمل في صنع الخبز. الشعير، الشوفان، والجاودار هي ثلاثة

(١) الجسم المضاد: مادة تتكوّن في الجسم لمقاومة الجراثيم.

(٢) الغدة الدرقية: غدة صماء في العنق.

(٣) الدخن: جنس نبات عشبي من الفصيلة النرجسية يُزرع لحبوه المستعملة كغذاء للإنسان والحيوان.

(٤) الشوفان: نبات عشبي يُزرع لحبه الذي يُستعمل علفاً للحيوانات كالأحصنة، وغذاءً ثانوياً للإنسان.



أنواع الغذاء



أنواع أخرى من الحبوب، وتعتبر مهمة في الكثير من المناطق. ينمو الشعير في مدى واسع من المناخات، ويُستخدم بالقدر نفسه التي تُستعمل فيه الذرة البيضاء والدخن. لقد تأخرت الشعوب في تأهيل الشوفان والجاودار، اللذين بإمكانهما أن يتحملا البرد أكثر مما تستطيع الحنطة، واللذين غالباً ما تُزرعان في الشمال الأبعد. يُستعمل الشوفان بشكل أساسي كطعام للماشية، ولكنه قد يُستهلك أيضاً كدقيق الشوفان وبعض أطعمة الفطور المصنوعة من الحبوب. ويحتل الجاودار المرتبة الثانية بعد الحنطة في استخدامه كطحين خبز؛ وغالباً ما يُمزج الإثنين سوياً في صنع الخبز. إن الخبز المصنوع من الجاودار وحده، والذي يُدعى الخبز الأسمر، رائج في مناطق عدة في أوروبا.

الفاكهة والخضر

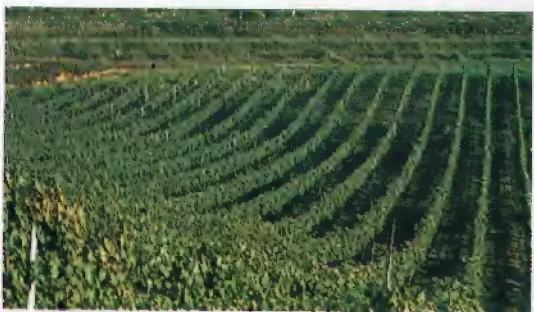
تحمل كلمة «فاكهة» معاني عدة. بالنسبة لعالم النبات، تعني جزء البتة الذي يحتوي على البذور. الفاكهة الطازجة غنية بالكاربوهيدرات، الفيتامينات، المعادن، والألياف؛ يمكن حفظها عن طريق التجليد، التعليب، أو التجفيف. يصنّف العلماء الفاكهة إلى مجموعات،

وفقاً لنوع المناخ الذي تنمو فيه. فالفاكهة المعتدلة مثلاً، كالتفاح، ثمرة العليق (توت)، الكرم، الإجاص، الخوخ، والدراق، تنمو بشكل أفضل حيث يوجد مناخ بارد محدد، كما هي الحال في أجزاء من أوروبا والولايات المتحدة. أما الفاكهة شبه الإستوائية، فإنها تزدهر حيث درجات الحرارة في معظمها دافئة على مدار السنة، كما هي الحال في ولاية فلوريدا وفي أجزاء من ولاية كاليفورنيا في الولايات المتحدة، على امتداد البحر المتوسط، وفي أجزاء من أستراليا وأفريقيا. وتعتبر فاكهة الليمون، كالليمون الحامض والبرتقال والليمون الهندي، وكذلك البلح، الرمان، وبعض أصناف الأفوكادو فاكهة شبه استوائية. أما الموز، الأناناس، المانغا، والبابايا^(٥)، Papaya، فهي فاكهة استوائية، وتحتاج إلى مناخ حار. أما الخضر فتُعرف بالأجزاء الصالحة للأكل من النباتات العشبية. تملك هذه النباتات سيقاناً أكثر طراوة، والأجزاء الخشبية فيها أقل من تلك التي نجدها عند الأشجار والشجيرات. تُعتبر غالبية الخضر حولية، أي إنها تعيش لموسم زراعي واحد. تتضمن الخضر الجذور، الأوراق، السيقان،

(٥) البابايا: شجر أميركي استوائي من فصيلة الباباوات ذو ثمر أصفر ضخم مستطيل.



شجرة الزيتون: هي من أهم الأشجار المنتجة للزيت وهي شجرة نموذجية في المنطقة المتوسطية تتكيف بشكل جيد مع التربة الفقيرة والقاسية.



الكرمة: نبات خشبي معترش، تؤكل ثماره طازجة (أكثر قليلاً من ١٠٪) أو تستعمل في صناعة النبيذ.



قطعان من الغنم في أستراليا: تملك أستراليا أكبر عدد من الأغنام في العالم ويستعمل هذا النوع من تربية الماشية لإنتاج الصوف واللحم.



الرعي: هو عملية الاهتمام بمجموعات جؤالة من القطعان في أنحاء منطقة واسعة. بدأ الرعي منذ حوالي ١٠,٠٠٠ سنة، عندما دجن صيادو حقبة ما قبل التاريخ حيوانات برية كالغنم والماعز التي تعيش وترتحل معاً، ضمن مجموعات في بيئتها الطبيعية. عرف الصيادون أنهم بالسيطرة على الحيوانات التي كانوا يطاردونها في السابق، يحصلون على مصادر يعولون عليها كالحليب والمنتجات الحليب والجلود للخيم والملابس.

يشتمل الرعي اليوم على الواجبات الأساسية نفسها التي كانت تمارس في عصور ما قبل التاريخ، ويتخذ بعض سكان الأرض التجوال مع قطعانهم، طريقة للعيش. يُعرف هؤلاء الناس بالبُدو أو بالرعاة الرحل، ويطوفون في مجموعات قبلية صغيرة أو عائلية كبيرة، دون أن يكون لهم مقر أساسي ثابت. يعيش البدو في الأجزاء القاحلة ونصف القاحلة من أفريقيا وآسيا وأوروبا، وكذلك في مناطق التندرة في آسيا وأوروبا. يعتاش بدو أفريقيا من الماشية، الماعز والغنم والجمال، بينما يعتمد بدو التندرة عموماً على حيوانات الرنة (نوع من الأيائل) المدجّنة. وترعى في يومنا الحاضر حيوانات أخرى مثل الأحصنة وثيران المسك وحيوانات الياك (نوع من الثيران، طويل الصوف).

البطاطا هي الإتحاد السوفياتي السابق، الصين وبولونيا وتتضمن الدرنات الإستوائية المهمة البطاطا الحلوة، المنيهوت والقلقاس.

البقول، اللحوم، الطيور الداجنة، السمك والبيض

البقول هي نباتات تُزرع من أجل حبوبها الصالحة للأكل أو من أجل بذورها. فالبازلا، الفاصوليا الليمية^(٧) Lima Beans، فول الصويا، فستق العبيد، والعُسل هي بقول. يشمل العلماء البقول مع اللحوم والأغذية الأخرى في هذه المجموعة لأنها تؤكل لاحتوائها على البروتينات. إضافة إلى ذلك، إنها تمد الجسم بالحديد، والمعادن الأخرى، والقيتامينات.

(٦) البركولي: نوع من القثيث (القرنيط).

(٧) الفاصوليا الليمية: نوع من الفاصوليا، يزرع في أميركا خصوصاً. كل حبة أخضر أو يابساً.

البذور، أو ما يُعرف بالبصلات بالنسبة لبعض النباتات. فالجزر، الفجل، والشمندر مثلاً هي جذور؛ أما الملفوف، الكرفس، الخس، والسبانخ فهي أوراق أو سويقات؛ وتعتبر رؤوس البركولي^(٦) Broccoli سويقات النبتة المزهرة التي على رأسها مجموعات كثيفة من براعم الزهور؛ الهليون هو ساق؛ أما بالنسبة للخيار، الباذنجان، والبندورة فإنها تحتوي على بذور النبتة؛ ويعتبر الثوم، الكراث والبصل بصلات. إنّ الخضار مصادر جيدة للألياف، المعادن والقيتامينات.

بعض النباتات التي تُعرف بالدرنات، يملك نوعاً خاصاً من السيقان النامية تحت سطح الأرض التي يمكن أكلها طازجة كنبات من الخضار أو استعمالها كعنصر في أطباق أخرى. في المناطق المعتدلة، البطاطا هي أهم الدرنات. أهم الدول التي تزرع

تربية الماشية وصيد الأسماك



صيد التّن: يعيش سمك التّن، الذي يسعى وراءه الصيادون لطرارة لحمه ولذّة طعمه، على عمق كبير جداً. في الربيع، تتجمع أسماك التّن في قطعان لتتوالد وتضع إلى السطح حيث يقع الكثير منها في شباك الصيادين. يستعمل الصيادون مجموعة من الشباك تمرّ الأسماك عبرها حتى تصل إلى آخر شبكة، وهي معروفة باسم غرفة الموت، حيث يتم أخيراً اصطيادها.



أنواع الغذاء.



أنواع الغذاء

الزروع قصيرة، يعتمد الناس على المحاصيل التي تنضج بسرعة كالبطاطا. أما في البلاد المنخفضة الدافئة الرطبة حيث تحتفظ التربة بالماء، فغالباً ما يكون الأرز غذاء قياسياً.

ولقد ساعدت الوسائل المتطورة في تصنيع الطعام، حفظه، تخزينه وشحنه، الناس على الاستمتاع بالأطعمة المنتجة بعيداً عن مواطنهم.

تؤثر العوامل الاقتصادية على ما يأكله الناس. ففي الدول المتطورة، يملك الناس مالا كافياً لشراء مجموعات متنوعة من الأطعمة المغذية. ولكن حتى في الدول الغنية، هناك الكثير من الناس الفقراء الذين لا يتمكنون من شراء هذه الأطعمة لأن الموارد لا توزع بشكل متساو بين السكان.

في الدول النامية، حيث غالبية الناس فقراء، تعكس الأغذية مستوى المدخول. ف يأكل الناس فيها في المقام الأول الحبوب والنشويات الأخرى، ولكنهم غالباً ما لا يحصلون على الغذاء الكافي.

إذا أُلقيت نظرة على الأطعمة في أجزاء مختلفة من العالم، نجد تشكيلة منها. مثلاً، في الولايات المتحدة، تروج شرائح اللحم، الهامبرغر، لحم الدجاج، والبطوة. والطبق القومي في البرازيل هو الفيجو دا

الزخافات كالسلاحف والتماسيح. وجدير بالذكر أن بيض بعض الأسماك وخصوصاً الحفش، يحضر كالأطعمة المترف المعروف بالكافيار.

الحليب ومنتجات صناعة الألبان والأجبان

إن غالبية الحليب، القشدة، الزبدة والجبن، في عدة أجزاء من العالم هي منتجات من أبقار مزارع صناعة الألبان والأجبان. في بعض المناطق، تؤمن الماعز، الجمال، الرنة Reindeer، الخراف، الباك، وجاموس الماء منتجات الحليب. تختلف الحال في أنحاء عدة من آسيا حيث استهلك الناس على نحو تقليدي الحليب المصنوع من فول الصويا عوضاً عن حليب الحيوانات. في أمكنة أخرى، يؤمن الحليب ومنتجات مصانع الألبان والأجبان، البورتينات، والكربوهيدرات، والدهنيات، والفيتامينات الرئيسية والمعادن.

الأغذية حول العالم

تفاوتت أغذية الشعوب من دولة إلى أخرى، وأيضاً ضمن حدود الدولة الواحدة. تنتج الاختلافات جزئياً بسبب الفوارق الجغرافية، فمثلاً يميل الناس الذين يعيشون قرب المحيط إلى الإكثار من أكل السمك. في الأقاليم الباردة حيث فصول

العالم، وترود الجسم بالفيتامينات المهمة والمعادن أيضاً. يأكل الناس السمك إما نيئاً أو مطبوخاً، ويحفظونه عن طريق التعليب، التجليد، التجفيف، التمليح، وتتم معالجته بتعريضه للدخان، أو حفظه مخللاً. يأتي معظم الأسماك والمحار التي يأكلها الناس من المحيطات والبحار، أما الباقي فيأتي من كتل داخلية في الماء العذب، ومن مزارع الأسماك حيث تربي تجارياً. أذن البحر^(٩) Abalone هو غذاء بحري رائع على الشاطئ الغربي للولايات المتحدة وفي اليابان. يؤكل المحار في جزر فلوريدا كيز وفي جزر الأنتيل. أما الأنقليس (حنكليس)، الأخطبوطات، الحبار^(١٠) Squid، بلح البحر^(١١) Mussel، وزعانف سمك القرش فإنها تؤكل أيضاً في بعض أجزاء العالم.

ويُعتبر البيض مصدراً للبروتينات، والدهنيات، والمعادن، والفيتامينات. إن بيض الدجاج رائع في جميع أنحاء العالم. يأكل الناس أيضاً بيوض طيور أخرى، كالبط والزقراق (طير مائي)، وكذلك بيوض

كلمة «اللحوم» تشير إلى الأجزاء الصالحة للأكل من الثدييات كالماشية؛ إن اللحم غذاء غني بالبروتين وبمواد مغذية أخرى أيضاً. وأنواعه هي: لحم العجل، لحم الحمل، لحم الضأن. وفي بعض أنحاء العالم، يُستخدم جاموس الماء، الجمال، الماعز والياك^(٨) Yak كمصادر للحوم، كما هي الحال مع الحيوانات البرية كالأرانب والأيتل.

عبارة «الطيور الداجنة» تشير إلى الطيور المدجنة التي تربي من أجل لحمها وبيضها. لحم الدجاج هو مصدر غذاء رئيسي لمعظم شعوب العالم، وتربية الدجاج هي صناعة رئيسية في الكثير من الدول، من بينها الصين، الولايات المتحدة، والإتحاد السوفييتي السابق. وتربي كذلك، من أجل الغذاء، طيور البط، الديوك الرومية، الإوزات، والدجاج الحبشي في عدة أجزاء من العالم.

السمك والمحار هما غذاءان معروفان في عدة مناطق. تؤمن الأسماك حوالي ١٥٪ من البروتينات الحيوانية التي تستهلكها شعوب

(٨) الياك: ثور التبت الضخم الطويل الصوف.

(٩) أذن البحر: حيوان بحري من الرخويات.

(١٠) الحبار أو السبيدج: حيوان رخوي من رأسيات الأرجل.

(١١) بلح البحر: نوع من الرخويات، جنس متعارف.



المتواصلة إنتاج الغذاء على نحو خطير، وأجبرت الملايين من الناس على الهرب من منازلهم وجعلتهم معتمدين على المساعدات الغذائية الدولية. كما أدت حالات الجفاف والفيضانات وكوارث طبيعية أخرى إلى تفاقم مشكلة الجوع. وفي الكثير من الدول النامية، خصوصاً في أفريقيا جنوب الصحاري، يتزايد السكان بسرعة أكبر من معدل إنتاج الغذاء.

لتسهيل حل مشكلة الجوع وزيادة إنتاج الغذاء في أرجاء العالم، يقول العلماء إن المزارعين الصغار في الكثير من الدول النامية بحاجة إلى حوافز وعون في تعلم الطرق الزراعية الجديدة، وفي شراء الآلات، وتطورات أخرى كالبيدور الشديدة القدرة على الإحتمال. إن وسائل النقل والاتصالات الفضلى، وتسهيلات التخزين تؤدي حتماً إلى توزيع غذائي متطور.

في الكثير من دول العالم النامية، يدفع عدد السكان المتزايد الفلاحين إلى أراضي غير صالحة للزراعة، ما يسبب تدميراً بيئياً واسع الانتشار. ويخاف الخبراء أن تشتد هذه النزعة، وبذلك تزداد خسارة التربة الفوقية^(١٢) النافعة، ويزداد استنفاد موارد الأرض.

(١٢) التربة الفوقية: سطح التربة أو جزؤها الأعلى.

Feijoada، فاصوليا سوداء مطهّوة مع اللحم ومقدّمة مع الأرز واللفت أو الملفوف الأخضر. وفي دولة الكونجو (زائير) في وسط أفريقيا، جذور المنيهوت المغلية هي طعام قياسي. ويؤكل الموز المقطوف حديثاً، والبطايا والأناناس باستمرار.

مخزون العالم من الطعام

مخزون العالم من الطعام هو الكمية الإجمالية للغذاء المنتج على الأرض. منذ أواخر الأربعينات، تقلب مخزون الحبوب، ولكنه كان هناك فائض في العالم أجمع، أو كميات من الغذاء كافية لإطعام الجميع؛ على الرغم من ذلك، يجوع الملايين. من بين الأكثر من ٥,٨٠٠ مليون نسمة على الكرة الأرضية، حوالي ٥٨٠ مليون يعانون من سوء التغذية، أو من نقص الغذاء الكافي. وكل سنة، يموت أكثر من ١٥ مليون نسمة من أمراض مرتبطة بالجوع، ومعظم هؤلاء هو أطفال.

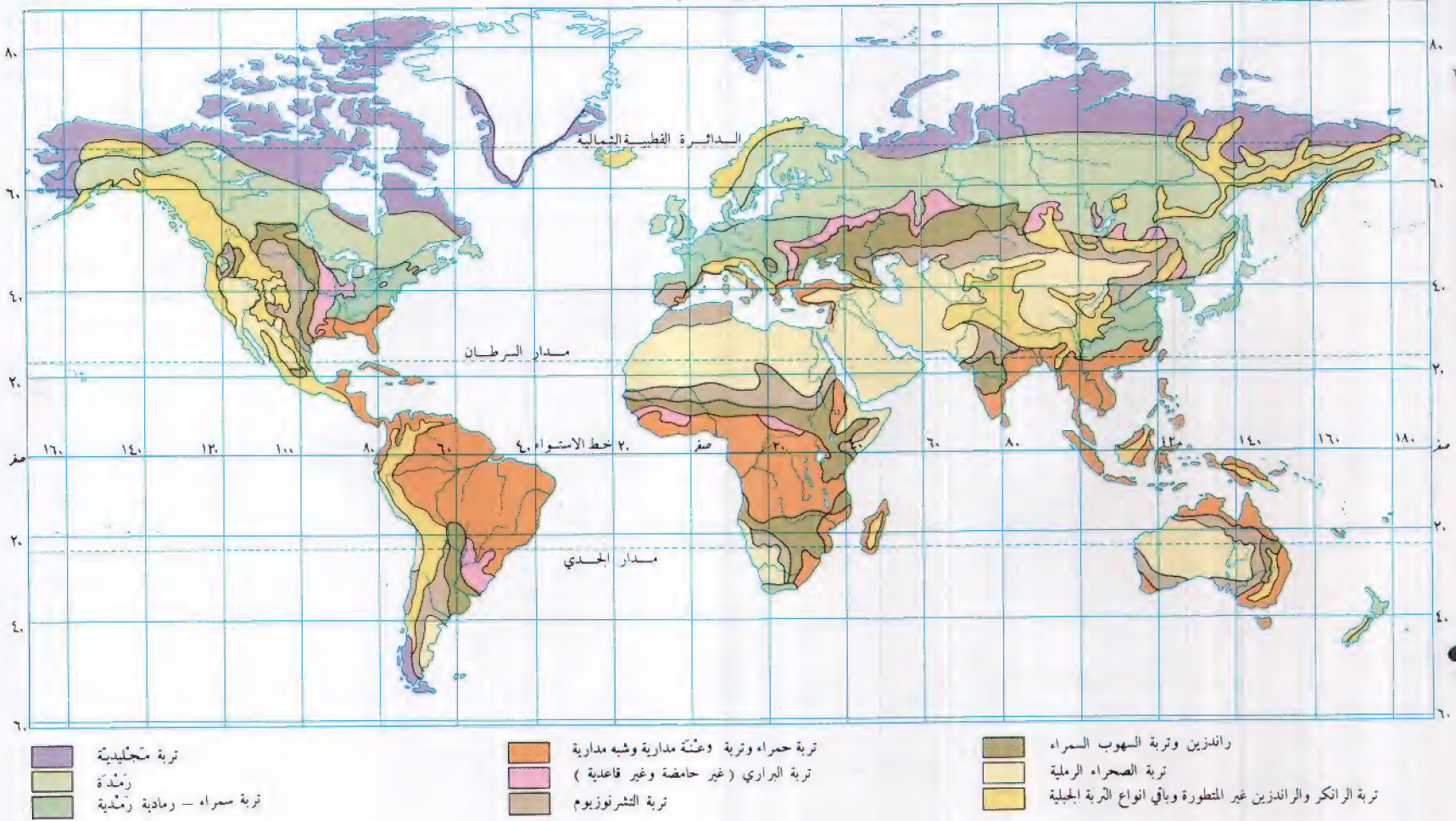
أحد أسباب الجوع هو أن الموارد كالأرض الصالحة للزراعة، والطعام، والمال الكافي لشرائه، غير موزعة بتساو بين شعوب العالم. ينتج معظم حالات الجوع عن الفقر.

تؤدي حالات الأزمات إلى الجوع أيضاً. ففي بعض الدول، عطّلت أعوام من الحرب



أنواع الغذاء.

أنواع التربة



التربة

التربة طبقة من المواد المعدنية والعضوية التي تغطي معظم المساحات الأرضية. ورغم اختلاف تركيبها، تحتوي التربة عادة على جذور نباتية، وكائنات حيّة، وبقايا حيوانية ونباتية، وعلى الهواء والماء والمواد المعدنية المحيطة من الصخور.

تتكون التربة على أثر تفتت الصخور البطيء والمستمر والفيزيائي والكيميائي، ونتيجة انحلال الكائنات التي كانت على قيد الحياة. التربة تتميز بتغير مستمر. إنها تتطور باستمرار، كلما تغيرت نسب محتواها المعدني والعضوي والهوائي والمائي.

التربة تؤمن للطبيعة مواد غذائية مثل المراعي والمحاصيل الزراعية والغابات التي تزود الناس والأشكال الحيوانية الأخرى بالطعام والسكن. يمكن تحديد خصوبة التربة من خلال قدرتها على تزويد النباتات بالمواد الغذائية اللازمة لنموها.

للتربة أنواع عدّة. وضع الاختصاصيون في علم التربة، ويعرفون بالبيدولوجيون، أنظمة مبنية بهدف تحديد أنواع التربة الموجودة في العالم. إنّ نظام التربة المبنى المعتمد في الولايات المتحدة وفي بلدان أخرى متعدّدة، وُضع من قبل وزارة الزراعة الأميركية. هذا النظام يقسم التربة إلى عشرة أنواع رئيسية. ولكل نوع اسم ينتهي بالأحرف عنها Sol أي

تربة، ومصدرها الكلمة اللاتينية Solum «سولوم» أي «التربة».

أنواع التربة

ألفيسول Alfisols: تتواجد غالباً في المناخات المعتدلة. المحاصيل الزراعية تنمو بسهولة في هذه التربة الخصبة لأنها تحتوي مقادير كبيرة من المواد المغذية الضرورية، وهي مواد كيميائية تساهم في تخصيب الأرض. طبقة فاتحة اللون تغطي طبقة سفلية من الصلصال في تربة ألفيسول.

أريديسول Aridisols: هي التربة الأولى في الصحاري والأراضي القاحلة الأخرى. تغطي خمس مساحة الأرض. إنها تفتقر للمواد العضوية، وغالباً ما تكون من النوع الرملي ذي اللون الفاتح. قد تكون تربة الأريديسول صالحة للزراعة في بعض الأماكن، إذا تم ريها.

أنتيسول Entisols: هي تربة جديدة. ليست في مكانها منذ وقت كاف لتكوين طبقات. تربة أنتيسول متواجدة في الأماكن المكشوفة حديثاً، مثل السهول الفيضانية والكثبان الرملية. نسبة خصوبتها متفاوتة.

هستوسول Histosols: يمكن أن نجدها في مختلف أنحاء العالم، لكن بكميات محدودة. غالباً ما تكون مشبعة بالمياه، ولا تجف بشكل جيد. تربة هستوسول تحتوي نسبياً مواد من النباتات المتعفنة، وهي حامضة. التربة الداكنة المشبعة بالمياه في مستنقعات اسكوتلاندا مؤلفة من هذا النوع.

إنسپتيسول Inceptisols: تتواجد غالباً في السهول الفيضانية وفي مساحات ثابتة أخرى، حيث تتكون طبقات من التربة. هذه التربة تبدأ بتكوين طبقة سفلية من الصلصال.

موليسول Mollisols: هي التربة الأخصب والأكثر إنتاجاً. في الولايات المتحدة يمكن أن نجدها أكثر ممّا نجدها في حقول الحنطة والذرة في الغرب الأوسط. وهي تُعرف بطبقته العلوية الداكنة الغنية بالمعادن. هذه الطبقة الكثيفة تحتوي كميات كبيرة من المواد المغذية الأساسية، وهي خصبة بالدبال أو المواد العضوية المنحلة.

أوكسيسول Oxisols: يمكن أن تتواجد في الأراضي المتفككة أو المشققة في المناطق الإستوائية. المواد المغذية قد غُسلت أو جُرفت منها. هذا النوع من التربة يكون طبقة سفلية غنية بالحديد والألمنيوم.

سپودوسول Spodosols: لا تحتفظ جيداً بالرطوبة، وهي غير خصبة وحامضة. نجدها غالباً في نيو إنجلاند. لها طبقة سطحية باهتة اللون تجتمعت فيها المواد العضوية والحديد والألمنيوم.

ألتيسول Ultisols: طبقتها السطحية فاتحة اللون وطبقة سفلية داكنة اللون من الصلصال مليئة بالحديد والألمنيوم. رغم تشابهها مع تربة ألفيسول، يمكن أن نجد الألتيسول في المناطق الأكثر دفئاً، مثل جنوب شرق الولايات المتحدة الأميركية. وهي أقل خصوبة من تربة

ألفيسول لأنها تحتوي عدداً أقل من المواد المغذية الأساسية.

فيرتيسول Vertisols: تحتوي مقادير كثيرة من الصلصال. وتتكون في مناخ تتوالى فيه الفصول الرطبة والجافة، مثل مناخ الهند. هذه التربة تنتفخ عندما تكون رطبة، وتقلص عندما تكون جافة، الأمر الذي يؤدي إلى تقسّخها. رغم خصوبتها، تصعب زراعتها بسبب تركيبها.

مميزات التربة المشتركة

إنّ التربة مكونة إجمالاً من أربعة أجزاء رئيسية: المواد المعدنية، المواد العضوية، الماء والهواء. هذه الأجزاء تندمج في مزيج من المواد الصخرية المنحلة والمواد الحيوانية والنباتية. يحتوي المزيج على ثغرات تسمى مسام تجزج الماء والهواء. تغطي المسام حوالى نصف حجم التربة العادية. ويشمل معظم الجزء الباقي من الحجم على ذرات معدنية مختلفة الأحجام. أما آخر ما يتبقى من التربة، وهو عادة يتراوح ما بين ١٪ إلى ١٢٪ من الحجم الكامل، فيتكون من مواد عضوية تنضج أوراقاً نباتية وغُصينات وبقايا الحيوانات الميتة، فضلاً عن مجموعة مختلفة من الكائنات الحية.

وتتخذ مجموعات مذهشة من الأشكال الحية التربة مسكناً لها، وهي تشمل القوارض والحشرات والديدان والجراثيم الميكروسكوبية. إنّ هكتاراً واحداً من التربة قد يحوي مليون



أراض غير صالحة للزراعة



دودة أرض. إن عدد الكائنات الحية الإجمالي، بما فيها بلايين الجراثيم في كيلوغرام واحد من التربة، يتعدى على الأرجح مئة مليون.

كيفية اختلاف التربات

حدّد الاختصاصيون في علم التربة (البيدولوجيون)، في إطار تصنيف أنواع التربة، الطرق التي تختلف فيها التربة. إن اللون والمادة يساعدان على تمييز تربة عن أخرى. يقدر البيدولوجيون عدد تنوع ألوان التربة بـ ١٧٥ لوناً ضمن ظلال التربة الأساسية السوداء والبيضاء. ورغم أنه يمكن للون أن يؤمّن المفتاح لخصوبة الأرض، قد يكون أيضاً مضللاً. وتشتمل التربة السمراء في غالب الأمر «الدبال»، وهو مادة عضوية تمنح الأرض خصوبة. إلا أنّ التربة المجدبة، مثل تلك التي يكونها الرماد البركاني الحمضي، يمكن أن تكون هي أيضاً سمراء. في بعض المناطق، يشير اللون الأحمر إلى خصوبة الأرض. وفي مناطق أخرى، قد يدلّ على الإرتشاح، أي استنزاف المواد المغذية المعدنية الناشئة داخل تربة مجدبة.

النشاطات الإنسانية والتآكل

إنّ التآكل المتسارع قد تحدّثه النشاطات الإنسانية، ويمكن أن تتسبّب بخسارة كبيرة في التربة الفوقية. يمكن لذلك أن يؤدي إلى نتائج مأساوية عموماً. منذ أن شرع الناس في العمل بالزراعة للمرة الأولى، أعاد النشاط الإنساني تشكيل المناظر الطبيعية، جاعلاً التربة عرضة للإستهلاك المفرط والتآكل السريع. إنّ حفر المناجم وسدّ الأنهر وقطع الأشجار وحراثة المزارع، كلّها نشاطات تساهم في تآكل التربة. إنّ السبب الرئيسي لتآكل مائل هو إزالة الحياة النباتية الطبيعية التي تحمي التربة، جذور الأعشاب والجنّيات والأشجار التي تترسخ في التربة، وأوراق النباتات وغيرها من النثار التي تتجمّع على الأرض. ما أن تختفي الحياة النباتية الواقعة، تتعرّض التربة بسرعة لتآكل الرياح والمياه.

التآكل المفرط يمكن أن يؤدي إلى جداول وبحيرات مغلقة تُلحق الخلل بالنظام البيئي، وهو مسكن الأسماك والخلوقات البرية الأخرى. عندما تستهلك التربة، تفقد المحاصيل الزراعية جودتها الصحية. وعندما تنهار غلّة المحاصيل الزراعية، قد يعاني الناس سوء التغذية أو في أسوأ الأحوال المجاعة. في المدن والضواحي، يتمّ انجراف التربة أثناء عملية تشييد المباني، والطرق العامة والمطارات. تميل التربة إلى الانجراف أكثر أثناء عمليات البناء، لأنّ الحياة النباتية تُتلف، وأنظمة تصريف المياه الطبيعية يلحق بها الخلل.

في الكثير من البلدان النامية، غالباً ما يضطرّ المزارعون إلى زرع الأراضي المنحدرة الرطبة التي تنجرف بسهولة. يحاول المزارعون أيضاً أن يزرعوا المحاصيل الزراعية في مناطق شبه قاحلة حيث التربة الجروثة يمكن أن تتطاير إذا لم تُستخدم طرق العناية المناسبة. تُعتبر أندونيسيا وأثيوبيا والهند من البلدان التي تعاني انجراف التربة الخطير. يقدر الخبراء

حدّد الاختصاصيون في علم التربة (البيدولوجيون)، في إطار تصنيف أنواع التربة، الطرق التي تختلف فيها التربة. إن اللون والمادة يساعدان على تمييز تربة عن أخرى. يقدر البيدولوجيون عدد تنوع ألوان التربة بـ ١٧٥ لوناً ضمن ظلال التربة الأساسية السوداء والبيضاء. ورغم أنه يمكن للون أن يؤمّن المفتاح لخصوبة الأرض، قد يكون أيضاً مضللاً. وتشتمل التربة السمراء في غالب الأمر «الدبال»، وهو مادة عضوية تمنح الأرض خصوبة. إلا أنّ التربة المجدبة، مثل تلك التي يكونها الرماد البركاني الحمضي، يمكن أن تكون هي أيضاً سمراء. في بعض المناطق، يشير اللون الأحمر إلى خصوبة الأرض. وفي مناطق أخرى، قد يدلّ على الإرتشاح، أي استنزاف المواد المغذية المعدنية الناشئة داخل تربة مجدبة.

إنّ بنية التربة تؤثر على خصوبتها وعلى قدرتها على احتباس الرطوبة، وسهولة حرارتها. وتحدّد البنية من خلال أحجام الأجزاء المعدنية في التربة. يقسم البيدولوجيون الأجزاء إلى ثلاثة أقسام. الأجزاء، انطلاقاً من أكبرها إلى أصغرها، هي الرمل والطمي والطين. إنّ التراتب الرملية تحفّ بسرعة، والتراتب الطميّة تكون عادة أكثر خصوبة، لأنّها تحفظ الرطوبة والمواد المغذية، لكنّها تصبح صلبة عندما تكون جافة، ولزجة عندما تكون رطبة. الطفاليات، وهي مزيج من كمية شبه متعادلة من الرمل والطمي والطين، خصبة وتحتفظ بالرطوبة وسهلة الحراثة.

إنّ الطفالية هي عموماً أفضل تربة لزرع النباتات فيها. إنّ عمر التربة والمادة المصدريّة التي تكوّنت منها، المناخ ومقومات السطح والحياة النباتية تُسهم في اختلاف أنواع التربة. غالباً ما يؤثّر عمر التربة، أي المدة التي تكوّنت فيها، على عمقها وخصوبتها. ويؤثّر نوع المادة المصدريّة على تركيبة التربة الكيميائية وعلى بنيتها. ومثالاً على ذلك، إذا كان حجر الكلس هو المادة المصدريّة، قد تكون التربة غنيّة بالكالسيوم وبمعايير أساسية أخرى. يمكن للطفّل الصفجي، وهو صخر متجّع قليلاً، أن ينتج تربة صلصالية تقاوم تسرّب الماء والهواء إليها. ومن جهة أخرى، يمكن للحجر الرملي أن ينتج تربة ليّنة، سهلة الإحتراق ورمليّة، وتكون قليلة الخصوبة.

قد يؤثّر المناخ على السرعة التي يحدث من

المواد المغذية إلى التربة. هذه العملية تسمى بالمحاصيل الدورية. أسلوب حرق وطمر الخضر والأعشاب الغنية بالمواد المغذية قبل زراعة المحصول الآخر يدعى التسميد الأخضر. إضافة الأوراق المتعفنة والسماد المخزن إلى التربة تزيد قدرتها على حجز المياه.

نمة أسلوب فعال آخر للسيطرة على الانجراف، وهو الزراعة أي الحراثة ونثر البذور وحصاد الحقول المنحدرة عرضاً، عوض أن تزرع من أسفلها إلى أعلاها وبالعكس. الحرث الكفافي يخفف تسرب المياه، وهكذا لا ينجرف سوى مقادير قليلة من التربة أثناء العواصف.

في بعض أنحاء العالم، تُستخدم طريقة زرع المدرجات في المناطق الجبلية حيث الأراضي الزراعية نادرة أو هطول الأمطار غير منتظم. رُفِعَ أرض قليلة الارتفاع تُدعى مدرجات تمهد في المنحدرات، وتُبنى أسوار أو حافات من الطين حول المدرجات حتى تُحجز المياه والتربة. في الولايات المتحدة الأميركية، تعني كلمة مدرج إجمالاً، سداً اصطناعياً من التربة يمنع انجراف السطح ويسمح للمياه الفائضة بأن تُصرف ببطء من حقل ما.

نمة طريقة أخرى للحد من الانجراف، وهي تقضي بزرع أنواع متتالية من الزراعات المختلفة بعرض الحقل المنحدر، وبذلك تمنع مياه الأمطار من الجريان مع المنحدر.

الأثلام المفلوحة يمكن أن تتحول إلى جداول صغيرة أثناء العواصف الممطرة، ويمكن أن تتكون أقبية صغيرة تدعى مجاري. زراعة المحاصيل المتقاربة النمو، مثل الشعير والحنطة، يمكن أن تبطئ الانجراف الناتج عن المجاري والسيول الصغيرة. السيول يمكن أن تحتجز عن طريق تشييد سدود من القش والسماد أو أكوام من الأجمة المثبتة بالأسلاك. بعد أن تملأ التربة المساحة الممتدة خلف السد، يستطيع المزارعون أن يبنوا المكان بالأعشاب والشجيرات السريعة النمو والأشجار. إضافة إلى تثبيت التربة المثبتة من السيول، تؤمن الحياة النباتية مأوى للطيور والحيوانات البرية الأخرى.

بدأت الولايات المتحدة الأميركية، مستوحية من جمعيات المحافظة على البيئة، تبذل جهوداً مجددة للحد من انجراف التربة. خلال العامين ١٩٨٦ و ١٩٨٧، تم الحد من انجراف التربة في الأراضي الزراعية الأميركية بنسبة ٤٦٠ مليون طن؛ وربما كانت هذه النسبة أكبر ما تم التوصل إليه سنوياً في العالم أجمع. برنامج الحفاظ هذا استدعى تحويل ٥٧ مليون هكتار من الأراضي الزراعية الكثيرة الانجراف، إلى مراعي وغابات.

الزراعتين أن الهند تفقد كل سنة أكثر من خمسة مليارات طن من التربة بسبب الانجراف الناتج عن الأمطار والرياح. عندما تركد المياه على مساحة كاملة من الأرض المنحدرة تجرف التربة طبقات رقيقة. فقدان طبقة التربة الفوقية خلال هذه العملية، التي تدعى التآكل الصفحي، قد لا يلاحظها المزارع إلا بعد أن تظهر التربة التحتية ذات اللون المختلف.

الحفاظ على التربة

معظم التربات يتكون على ممدّة طويلة من الزمن. مثل غيرها من الموارد الطبيعية، ينبغي الحفاظ عليها حتى لا يُستهلك المخزون بشكل أسرع مما تستطيع الطبيعة تعويضه. الخصوبة الطبيعية في التربة غالباً ما تتغير، وفقاً لطرق استخدامها. زرع بعض المحاصيل سنة تلو الأخرى مثلاً، يستهلك المواد المغذية في التربة، فتضعف خصوبتها.

توصل الخبراء الزراعيون إلى طرق كثيرة للحفاظ على التربة. في البلدان السهلية، يستطيع المزارعون أن يضربوا حزاماً حاجزاً للتخفيف من حدة الرياح التي تعصف بأراضيهم. الحزام الحاجز يمكن أن يخفف سرعة الرياح القوية إلى أقل من ٢١ كم/ساعة على مسافة قد تبلغ ١٠ أضعاف علوها. الرياح التي لا تصل سرعتها إلى هذا الحد لا تسبب التآكل. الرياح التي تعصف حزاماً من الخضرة الدائمة علوه يبلغ ٦ أمتار لا تؤدي إلى تآكل التربة على علو ٦٠ متراً في الناحية الأخرى. في بعض المناطق، تُبذل جهود لمنع المزارعين من حرث الأرض التي لا تصلح للزراعة، مثل الغابات المطرية. عندما تُزرع هذه الغابات، سرعان ما تفقد تربتها موادها المغذية، وتصبح غير خصبة.

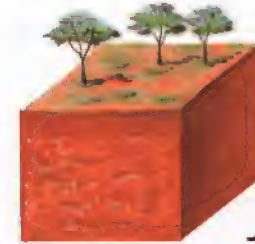
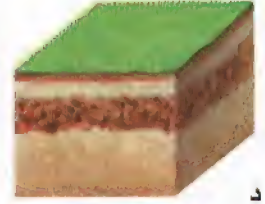
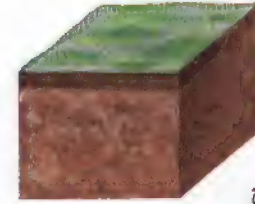
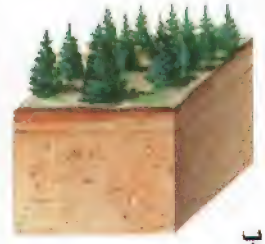
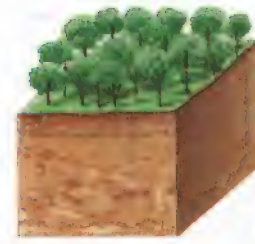
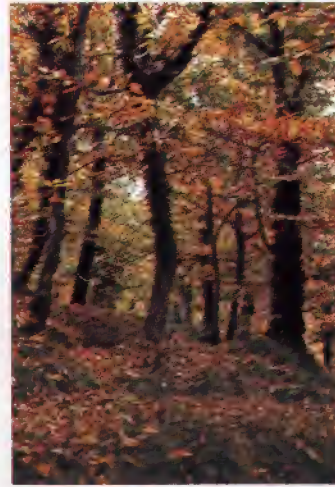
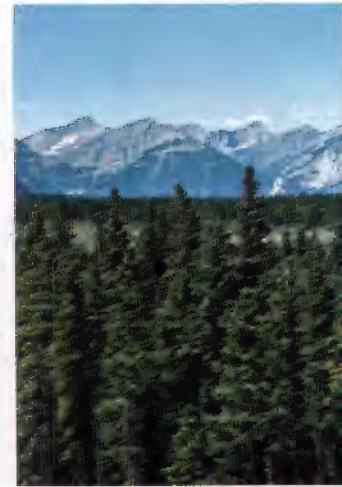
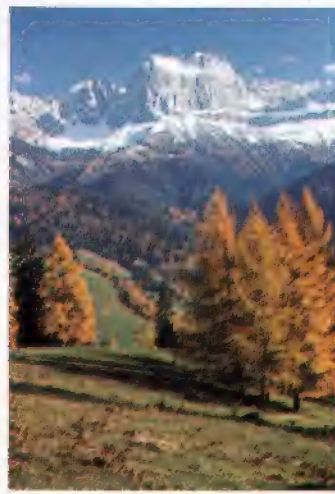
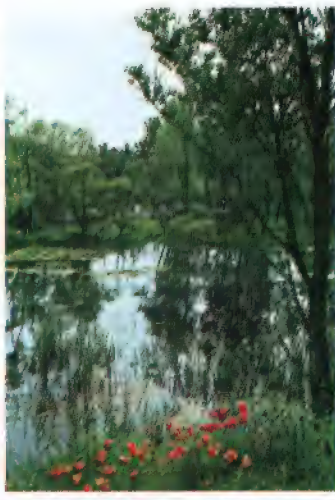
للمساعدة على الحد من التآكل الذي تسببه حفريات المناجم، يمكن أن يعاد زرع الأرض. شركات قطع الخشب يمكنها أن تزرع بسرعة الأرض الفارغة بالأعشاب والأشجار. الأعشاب تثبت التربة في مكانها ريثما تنمو الأشجار.

خفض عدد الماشية التي ترعى في الحقول المزروعة عشباً، يساعد على المحافظة على الحياة النباتية ويحمي التربة.

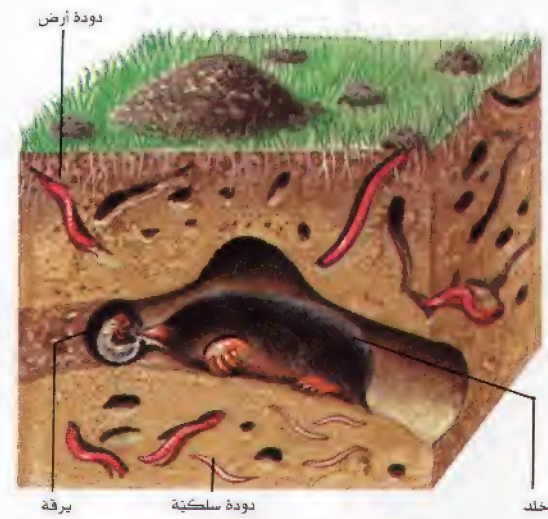
الأساليب الزراعية الجيدة

الأساليب الزراعية الجيدة، مثل زراعة الأعشاب الغنية بالمواد المغذية يمكنها في آن معاً أن تمنع انجراف التربة، وتعيد الخصوبة إليها. الحضر مثل البرسيم والنفل لا تثبت التربة فحسب، بل تنقل أيضاً الأوت من الجو إلى التربة. يستطيع المزارعون أن يستبدلوا زراعة محاصيل الحبوب، مثل الذرة، بزراعة الخضر بين فصل وآخر، وذلك بهدف إعادة



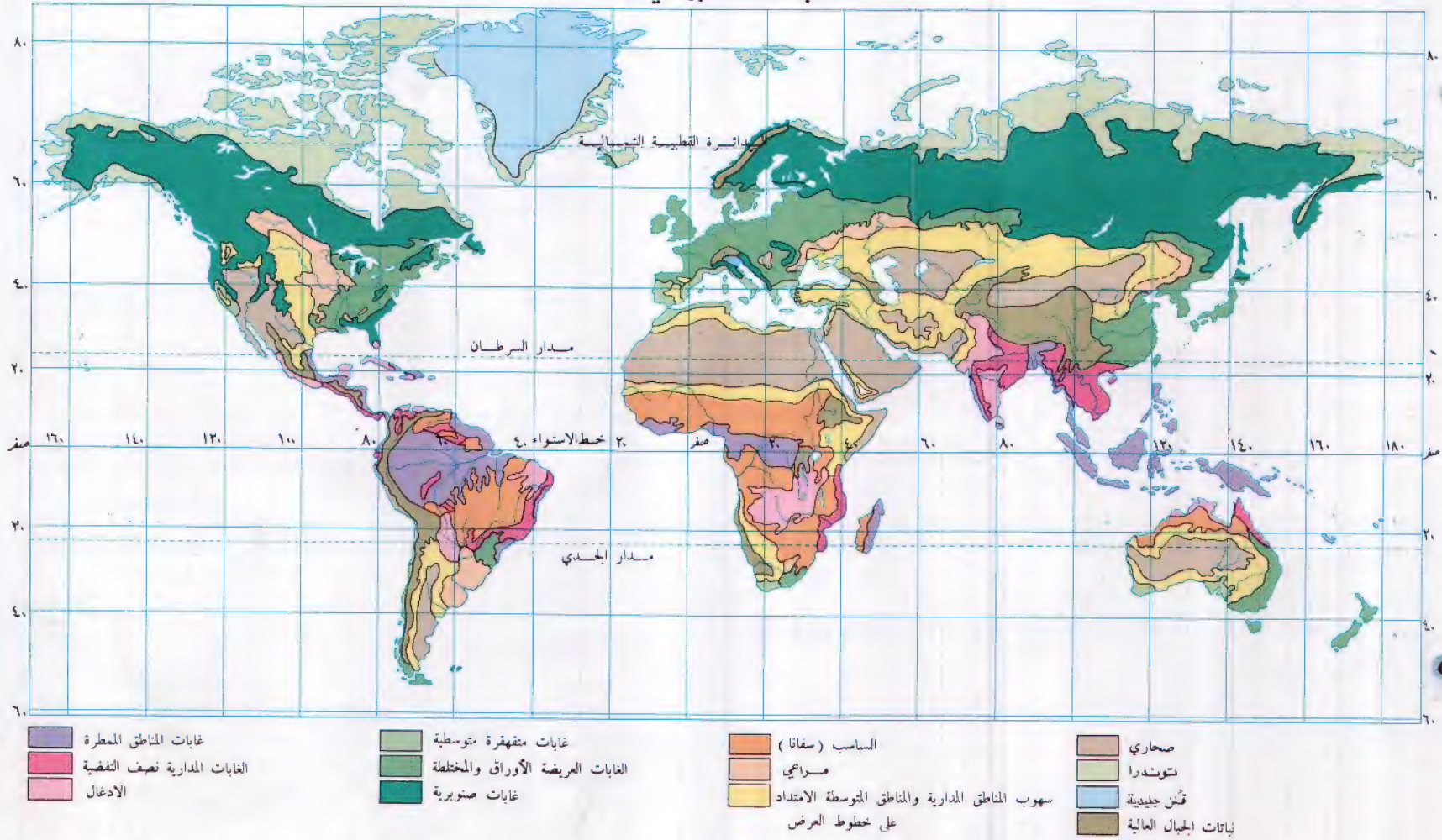


- (أ) غابة نفضية.
(ب) غابة صنوبرية (نّيجة).
(ج) تندرة.
(د) مرج.
(هـ) سفناء مدارية.
(و) صحراء.
(ز) تربة نموذجية.
١. الطبقة السطحية
٢. الدبال
٣. صخر الأديم.



تهوية التربة: يبين الرسم التوضيحي (أعلاه) أهمية أنواع حيوانية مختلفة، مثل الخلد ودودة الأرض، في قلب التربة وتالياً، تهويتها. إنّ الأرض التي تفتقر إلى عدد واف من الحيوانات التي تعيش في التربة، تتصف دائماً بتربة متراسة وغير مهواة بما فيه الكفاية (مثلاً، التندرة).

النباتات البرية



البرية: بيئة طبيعية بقيت جوهرياً، بعيدة عن النشاط البشري. وتحافظ المناطق البرية على الجمال الطبيعي للأرض، كما تشكل ملجأ لكثير من الأنواع الحيوانية والنباتية. وهي تقدم إلى العلماء مختبراً لدراساتهم حول كيفية عمل الأنظمة البيئية، في ظل غياب التدخل البشري.



المرج

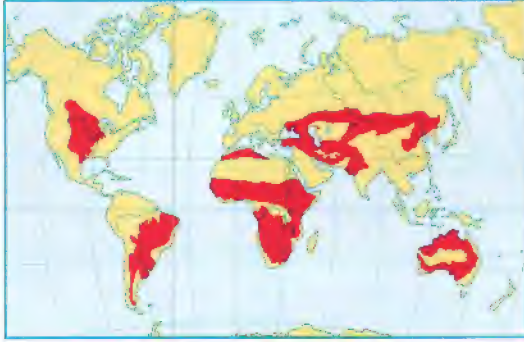
المرج أرض معشوشبة معتدلة المناخ تتميز وفرة الأعشاب المتنوعة. ويزر وجود المروج في الأماكن المميزة بتنوع حرارة فصلها بشكل مميز. تستقبل المروج من ٢٥ إلى ٧٥ سم من الأمطار كمعدل سنوي. وتنمو الأعشاب العالية والتي يصل طولها إلى ١,٥ م وأكثر، في الأماكن التي يكثر فيها هطول الأمطار. وتهيمن الأعشاب المنخفضة على الأماكن التي تنادر فيها الأمطار الغزيرة. أما مروج الأعشاب المنخفضة لسهول أميركا الشمالية الواسعة، والتي يقتصر معدل أمطارها السنوي على ٢٥ سم، فتتصف بالسهب (سهل واسع خال من الأشجار).

ومروج أميركا الشمالية هي سهول واسعة ممتدة مغطاة بالأعشاب. وكمعظم المروج، تستضيف نوعيات هائلة من الأعشاب والحشائش العطرية وغيرها من النباتات. وتمتد الجذور إلى عمق مترين تحت سطح التربة، مشكلة ما يسمى بالمرج. وهو يساعد النباتات على البقاء عندما تحصد النيران الأعشاب اليابسة. وكانت مروج الأعشاب العالية غطت أكثر من مليون كم^٢ من أراضي أميركا الشمالية. ولم يبق منها اليوم سوى الأماكن المعزولة. ذلك أن معظم المروج والأراضي المعشوشبة، تحول إلى مراعي ومزارع. والمناطق المنتجة للحبوب أسهمت في تأمين مخزون الأرض الغذائي بشكل واسع.



النباتات الصحراوية

المروج الطبيعية



المروج الطبيعية: مناطق انتقالية بين الغابات والصحاري. مع وجود بعض الأشجار قرب أطراف الغابة، تصبح المروج الطبيعية أكثر فأكثر جفافاً وقحولة قرب الصحاري.

هناك نوعان من المروج الطبيعية: المعتدلة، والمدارية أو السفناء.

تقع المروج الطبيعية المعتدلة الموجودة في نصف الكرة الشمالي، داخل القارات بعيداً عن تأثير الرياح المحملة بالرطوبة التي تنفخ من جهة البحر. تشهد هذه المناطق شتاءً بارداً وصيفاً حاراً، مع قليل جداً من المطر على مدار السنة. تتأثر أيضاً المروج الطبيعية في نصف الكرة الجنوبي بالرياح الجافة في قسم كبير من السنة، وهي جافة نوعاً ما. بخلاف ذلك، تشهد المروج الطبيعية المدارية درجات حرارة مرتفعة على مدار السنة وكميات كبيرة من الأمطار في الصيف نتيجة الانتقال الموسمي للشمس العلوية ولخزام الأمطار المرتبط به.



لا تشهد مروج المناطق المعتدلة سوى فترة ممطرة قصيرة في فصل الصيف، تنمو فيها النباتات والأشجار وتنتشر، ولكن نموها يتوقف مع مجيء الفترة الجافة والشتاء الشديد البرودة الذي يليها. في هذه المناطق، يغطي الأرض في الأكثر بساط متصل من الأعشاب القصيرة. مروج أوراسيا وأميركا الشمالية، وياقوتاس أميركا الجنوبية، وفلد (مروج ذو أشجار أو شجيرات متناثرة) جنوب أفريقيا، وأراضي استراليا المنخفضة، كلها تنتمي إلى هذه الفئة من الأراضي المعشوشبة.

من جهة أخرى، يغطي أرض السفناء عشب طويل يتجاوز علوه أحياناً ٣ أمتار وتنتشر فيها الأشجار المميّزة المسطحة من الأعلى. تنتمي المروج الطبيعية الأفريقية (أعلاه) والهندية والاسترالية الشمالية إلى هذا النوع الأخير.



طعام للجميع: يخول غياب التنافس حول النبات المتوافر في المروج الطبيعية، مجموعة واسعة ومنوعة من الحيوانات العاشبة أن تتعايش في منطقة واحدة، حيث يلعب كل منها دوره البيئي الخاص، أو يحتل مكانه في النظام الطبيعي. تختار الحيوانات الراعية الضرب الذي يناسبها من النبات، وتأكل الحيوانات التي تقتات بأوراق لشجر، على ارتفاعات مختلفة.

الأرض العشبية

الأرض العشبية هي منطقة يكون فيها العشب هو النبات الغالب طبيعياً. وهي تظهر حيث لا أمطار منتظمة بشكل كاف، تسمح بقيام غابة، ولكنها ليست قليلة لدرجة قيام صحراء.

يقع معظم الأراضي العشبية الأكثر امتداداً في العالم، في الأجزاء الأكثر جفافاً في داخل القارّات. وهي تتواجد عادة، ونجدها في جميع القارّات ما عدا قارّة القطب الجنوبي، حيث يتراوح معدل سقوط المطر بين ٢٥ و ٧٥ سنتيمتراً في العام. تكون الأرض التي تتلقى أقل من ٢٥ سنتيمتراً من المطر سنوياً، جافة أكثر مما ينبغي لتسمح بنمو الأعشاب والكثير غيرها من النباتات. تنمو في مثل هذه المناطق المجيدة، النباتات الجافوفية (الصحرافية)، وهي نباتات لا تحتاج سوى للقليل من الماء، مثل الصبار. وتكون المناطق التي يتجاوز معدل الأمطار فيها ٧٥ سنتيمتراً في العام، رطبة بشكل كاف يسمح بنمو متواصل للأشجار.

تتواجد الأراضي العشبية المعتدلة حيث يحدث تفاوت موسمي واضح في درجات الحرارة. يكون فصل الصيف في هذه الأراضي العشبية حاراً، وفصل الشتاء بارداً. في نصف الكرة الشمالي، تضم الأراضي العشبية المعتدلة مروج أميركا الشمالية وسهوب أوراسيا. أما قارّة (١) جنوب أفريقيا وإياماس أميركا الجنوبية فهي أرض عشبية تقع في نصف الكرة الجنوبي.

تقع الأراضي العشبية المعتدلة المدارية، وتسمى بالسفناء، قرب خطّ الاستواء. تفتقر هذه الأراضي إلى فصول محددة جيداً على أساس درجات الحرارة. تكون عادة دافئة طوال العام، ولكنها تعرف فصولاً ممطرة وفصولاً جافة متميزة. يكون المناخ عموماً جافاً، والفصول الممطرة أقصر من الفصول الجافة.

تمتّع الأراضي العشبية عموماً بترية غنية. ويشكل خصبها السبب الأهم الذي دفع الإنسان إلى تغييرها إلى مدى أبعد بكثير من أي منطقة نباتية أخرى. في يومنا الحاضر، تحوّل معظم الأراضي العشبية إلى أراض زراعية ومراع. حوالي ٧٠٪ من غذاء العالم ينتج في أراض عشبية سابقة.

الأراضي العشبية المعتدلة

تُعرف الأراضي العشبية حول العالم بأسماء مختلفة، تحدها إلى حدّ ما لغة الشعب الذي يسكنها. إنّ السهب الأوراسي، وهو أرض عشبية تمتد من هنجار عبر جزء من الإتحاد السوفياتي السابق إلى الصين، هو أكبر أرض عشبية معتدلة في العالم. تأتي كلمة Steppe (السهب) من الكلمة الروسية التي تعني «السهل الخالي من الأشجار». ومع أنّ بعض الأراضي العشبية في أميركا الشمالية يمكن تصنيفها كسهوب إلا أنّ المستكشفين أسموها براري Prairie من الكلمة الفرنسية التي معناها «مراع».

ضمن الأراضي العشبية المعتدلة، هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الأعشاب. يبلغ طول الأعشاب القصيرة التي تنمو حيث يكون سقوط المطر محدوداً، أقل من نصف متر. ويتراوح طول الأعشاب المتوسطة بين نصف متر و ١,٢ متر. أما الأعشاب الطويلة فنصل إلى ١,٥ متر أو أكثر.

كانت الأعشاب القصيرة، في ما مضى، هي المسيطرة في الجزء الأكبر من السهول العظمى في الولايات المتحدة حيث لا يتجاوز معدل سقوط المطر

٢٥ سنتيمتراً. وكانت البراري (المروج الأميركية) ذات العشب الطويل، وهي أرطب الأراضي العشبية المعتدلة، تمتد تقريباً من ولاية تكساس في الولايات المتحدة الأميركية إلى كندا، ومن طرف السهول العظمى Great Plains في شرق ولاية كانساس إلى ولاية أوهايو في الولايات المتحدة. يمكن لـ ٣٠٠ نوع مختلف من النباتات أن ينمو في هكتار واحد من البراري ذات الأعشاب الطويلة. تسيطر عشب تدعى الساق الزرقاء Big blue stem حيث تكون التربة غنية ورطبة، ويمكن أن يصل طولها إلى أكثر من مترين. تنمو أعشاب طويلة أخرى والكثير من الأعشاب ذات الأوراق العريضة، كعصا الذهب Goldenrod، في ظلّ الساق الزرقاء. في الربيع، تحوّل مئات الأنواع من الأزهار البرية، المروج في أميركا الشمالية إلى لحاف مرقط بالألوان.

لم تكن هناك حدود واضحة بين براري الأعشاب الطويلة وبراري الأعشاب القصيرة. وكانت تفصل بينهما منطقة انتقالية، تدعى براري الأعشاب المختلطة، تحتوي على أعشاب من الأنواع الثلاثة مع هيمنة واضحة للأعشاب المتوسطة.

الأراضي العشبية المدارية

تغطّي الأراضي العشبية المدعّوة بالسفناء ١٦ مليون كم^٢ تقريباً من أراضي العالم. تظهر هذه الأراضي العشبية في مناطق شمالي وجنوبي خطّ الاستواء، حيث يكون سقوط المطر موسميّاً. فيتناوب فصل جاف طويل مع فصل ممطر. إنّ السفناء منطقة تغطّيها طاقات من الأعشاب وبضع أشجار جدّ متناثرة. بعض العلماء لا يصنّفها كأرض عشبية بسبب نموّ الأشجار فيها. وتكون السفناء غالباً منطقة انتقالية بين الأرض العشبية والغابة.

أشجار السفناء الأكثر شيوعاً هي أشجار البأوباب Baobab والأفاليا Acacia والنخيل. عندما يأتي المطر، تنبت الأعشاب بسرعة قد تصل إلى ٢,٥ سم في ٢٤ ساعة. وعندما يتوقّف المطر تبدأ الأعشاب بالذبول.

خلال الفصل الجاف، تحتاج الحرائق أحياناً مناطق السفناء. يقتلها الأشجار الصغيرة، تساعد الحرائق على منع الغابات من النمو في الأجزاء الأكثر رطوبة من السفناء. تلعب الحرائق دوراً هاماً في بيئة جميع الأراضي العشبية.

حيوانات الأراضي العشبية

يعيش في جميع الأراضي العشبية عدد لا يحصى من الحشرات: يُقدّر أنّه في الربيع، يمكن لهكتار واحد من الأرض العشبية أن يحتوي على أكثر من تسعة ملايين حشرة، الكثير منها من الجنادب (الجراد). يجذب هذا العدد الهائل من الحشرات الكثير من العصافير مثل قُفرة المروج Meadowlark، كما تلائم الأعشاب آكلة البزور مثل القُفرة القرناء Horned lark. تكيفت الطيور مع انعدام وجود الأشجار في الأراضي العشبية، وبني الكثير منها أعشاشه على الأرض أو فيها.

يطغى في الأراضي العشبية، وجود الحيوانات الحافرة للأحجار والحيوانات الراعية. إنّ الحيوانات الحافرة للأحجار، مثل كلب المروج (٢) Prairie dog في أميركا الشمالية والسصلق Suslik، سنجاب أرضي في السهوب الأوراسية، نافعة للأراضي العشبية، إذ تفتح ممرات للهواء في التربة وتمزج العناصر المتعدّدة التي تتولّف التربة.



الحقول البرية في كندا على ضفاف نهر توميسون في مقاطعة كاملويس



الأشجار والأعشاب البرية في الوديان

أجزاء من كولورادو وكانساس ونيومكسيكو وأوكلاهوما وتكساس في الولايات المتحدة. ذهبت المحاصيل وذوّت الرياح التربة. ألقت عاصفة ربيعية (١) Windstorm عشرة ملايين طن من الأتربة على مدينة شيكاغو في إيلينوي. وأخذ الكثير من المناطق الزراعية مظهر الصحاري بعد مرور رياح قوية كدّست الأتربة على شكل كومة عالية. دُمّرت المزارع تاركّة آلاف الأميركيين فقراء دون مأوى. ساعدت إجراءات الصيانة على العودة إلى وضع اقتصاديٍّ سيّئ، ولكن فترات دورية من القحط ما تزال تنكب المنطقة.

لا توجد حلول سريعة لمشاكل إتلاف الأرض العشبية. وليس باستطاعة الكثير من البلدان أن تترك أراضي صالحة للزراعة دون زرع، لأنّها بحاجة للغذاء والمال اللذين تؤمّنهما المحاصيل. عندما لا يعود بإمكان الأرض أن تحمل محاصيل، يتمّ استصلاح أراض عشبية أخرى لزراعتها.

يستطيع المزارعون إبطاء عملية إتلاف الأرض العشبية باستعمالهم ممارسات زراعية صحيحة تحدّ من آثار التآكل والتعرية. إذا ما تمّ ضبط عدد الحيوانات التي يسمح لها بالرعي في منطقة معيّنة، يصبح بإمكان الأعشاب أن تتجدّد. إنّ مستقبل الأراضي العشبية في العالم يقع في قدرة الإنسان على التسليم بأنّ الأراضي العشبية نظام بيئيّ متنوّع، وقيم لذاته كما لثبوته الخصبة.

أما الحيوانات الراعية مثل البيسون (٣) والشائلك القرن (٤) Pronghorn في البراري الأميركية الشمالية والمماشية البرية والغزال في سهوب أوراسيا، والذوّ (٥) Wildebeest وخمار الوحش في السفناء الأفريقية، فقد كانت، في ما مضى، تجوب بحرية مساحات واسعة من الأراضي العشبية.

مستقبل الأراضي العشبية

لا يبقى في يومنا الحاضر سوى القليل من الأراضي العشبية الطبيعية التي اختفت بسبب الإفراط بالرعي والإفراط بالزراعة وتوسّع المدن. يمكن للمماشية مثل الغنم والماعز أن ترعى الأعشاب حتى جذورها، ما يقلّل من فرص نموّها من جديد. مع انعدام وجود نباتات تحميها، تزول التربة بفعل المياه أو الرياح التي تحملها بعيداً، فتتحوّل الأراضي العشبية إلى أراضٍ قاحلة.

إنّ ملايين الهكتارات، التي كانت في الأصل أراضي عشبية، هي اليوم مزرّوعة بغلال مثل القمح والدخن والذرة. أصبحت براري أميركا الشمالية وسهوب أوراسيا اثنتين من أهمّ مناطق العالم المنتجة للحبوب. في الثلاثينات، وبسبب الإفراط في استعمال الأرض المصحوبة بفترة قحط طويلة، خوّب حوالي ٤٠ مليون هكتاراً من الأراضي الزراعية في الجزء الجنوبي من السهول العظمى في الولايات المتحدة. غطّت هذه المنطقة، المسماة Dust Bowl،

(١) قلد: مراع ذو أشجار أو شجيرات متناثرة.

(٢) كلب المروج: حيوان أميركي من القواضم.

(٣) البيسون: ثور أميركي.

(٤) الشائلك القرن: وعل أميركي مجتر.

(٥) الذوّ: ثيل أفريقي ذو رأس كراش الثور وقرنين معقوفين وذيل طويل.

(٦) العاصفة الربحية: عاصفة تصحبها رياح شديدة ولكنها عديمة المطر أو ضئيلة.



البراري الكندية في مانيتوبا وهي أراض عشبية

مشهد من البراري أو الأراضي العشبية



الغابة

الغابة هي مساحة كبيرة من الأرض مغطاة بالأشجار. لكن الغابة هي أكثر من مجرد مجموعة من الأشجار. فهي تشمل أيضاً على نباتات أصغر حجماً، مثل الأشنة والجنبت والأزهار البرية. وإضافة إلى ذلك، تعيش في الغابة أنواع عدة من الطيور والحشرات وغيرها من الحيوانات. وتعيش أيضاً في الغابة ملايين الكائنات الحية التي لا يمكن رؤيتها إلا تحت المجهر.

ويحدد المناخ والتربة والماء أنواع النباتات والحيوانات التي تستطيع العيش في الغابة. فالكائنات الحية وبيئتها تشكل معاً نظام الغابة البيئي. ويتألف النظام البيئي من جميع الكائنات الحية والأشياء غير الحية في منطقة معينة، ومن العلاقات القائمة بينها.

ويتميز نظام الغابة البيئي بشدة تعقيده. فتستعمل الأشجار والنباتات الخضراء الأخرى نور الشمس لصنع غذائها من الهواء، ومن الماء والمعادن الموجودة في التربة. وتشكل النباتات بدورها غذاءً لأنواع معينة من الحيوانات. وتصبح هذه الحيوانات بدورها طعاماً لحيوانات أخرى. وبعد موت النباتات والحيوانات، تتحلل بقاياها بفضل عمل الجراثيم وغيرها من المعضيات مثل الحيوانات الأولية والفطريات. وتعيد هذه العملية المعادن إلى التربة حيث تعيد النباتات استعمالها لصنع الغذاء.

ومع أن أفراد النظام البيئي يموتون، فإن الغابة نفسها تستمر في الحياة. وإذا أحسن تدبير الغابة وإدارتها، فإنها تقدم لنا مصدراً دائماً من الخشب والكثير من المنتجات الأخرى.

وقبل أن يبدأ الإنسان بقطع الغابات لإنشاء المزارع والمدن، غطت امتدادات شاسعة من الغابات حوالي ٦٠٪ من مساحة اليابسة. وتشغل الغابات اليوم حوالي ٣٠٪ من الأرض اليابسة. تختلف الغابات، إلى حد بعيد، بين مكان وآخر على سطح الأرض. فعلى سبيل المثال، إن غابات المطر الضبابية التي تشابك فيها النباتات المعتشرة، مثل تلك التي نجدها في وسط أفريقيا، تختلف اختلافاً كبيراً عن الغابات الباردة المؤلفة من أشجار التنوب^(١) والبيسيّة^(٢) العالية، كالتي نجدها في شمال كندا.

القيمة البيئية

تساهم الغابات بطرق عدة في المحافظة على البيئة وإغنائها. فعلى سبيل المثال، إن تربة الغابة تمتص كميات كبيرة من المطر، ما يحول دون جريان الماء بسرعة، الذي يمكن أن يسبب التحات والفيضانات. وإضافة إلى ذلك، فإن المطر يُرشح بمروره في التربة ويصبح مياهاً جوفية. وتجري هذه المياه الجوفية في جوف الأرض، وتزود الجداول والبحيرات والآبار بالمياه العذبة النظيفة.

وتساهم نباتات الغابات، مثل جميع النباتات الخضراء الأخرى، في تجديد الجو. فإن عملية صنع الغذاء التي تقوم بها الأشجار والنباتات الخضراء الأخرى، تُطلق كمية من الأكسجين. وإن لم تجدّد النباتات الخضراء، بصورة مستديمة، كمية الأكسجين في الجو، لامت جميع أشكال الحياة على الأرض. وإذا ازدادت نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو، يتغير مناخ الأرض إلى حد بعيد.

وتوفر الغابات أيضاً مأوى للكثير من النباتات والحيوانات التي لا تستطيع أن تعيش في أي مكان آخر. فلولا الغابات، لما وجدت أشكال عدة من الحياة البرية.

يصنّف الكثير من العلماء الغابات وفقاً لأنظمة بيئية مختلفة. وفي هذه الأنظمة، تُجمع الغابات المتشابهة من حيث التربة والمناخ ونسب الرطوبة، في ما يُعرف بالمكوّنات. ويحدد المناخ والتربة والرطوبة أنواع الأشجار التي تنمو في مكوّن حرجية. ويجمع أحد الأنظمة البيئية المعروفة غابات العالم في عشر مكوّنات رئيسية، وهي: (١) غابات المطر الإستوائية، و(٢) الغابات الإستوائية الموسمية، و(٣) الغابات شبه الإستوائية، و(٤) الغابات المعتدلة المبللة، و(٥) الغابات المعتدلة الدائمة الخضرة، و(٦) الغابات الجبلية الدائمة الخضرة و(٧) الغابات الشمالية و(٨) السفناء، و(٩) غابات ساحل الهاديء، و(١٠) الأحرار شبه القطبية.

غابات المطر الإستوائية:

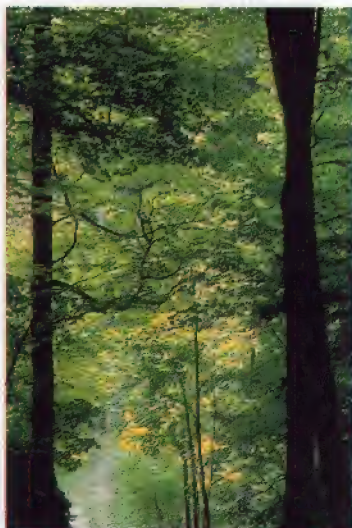
هي منطقة مكتظة بالأشجار، وموجودة عادة في مناخ دافئ، استوائي رطب. وتُجد أكبر هذه الغابات، في حوض نهر الأمازون في أميركا الجنوبية وحوض نهر الكونغو في أفريقيا وفي القسم الأكبر من جنوب شرق آسيا. يبلغ هطول المطر السنوي حوالي ٢٠٠ سم، وفي بعض الأحيان يصل إلى ١٠٠٠ سم، في بعض غابات المطر الاستوائية. ويبلغ معدل الحرارة في معظمها ٢٧° مئوية. الأشجار الدائمة الخضرة ذات الأوراق العريضة، النباتات المعتشرة، الشجيرات المتفرقة النامية تحت الأشجار الكبيرة، والتربة التي تفتقر إلى المواد المغذية هي ميزات مشتركة لهذا النوع من الغابات.

تُحيط غابات المطر الإستوائية بالكرة الأرضية، مشكلة حزاماً أخضر غير متوازٍ بين مدار السرطان على حوالي خط العرض ٢٣ درجة ونصف درجة شمالاً ومدار الجدي على حوالي خط العرض ٢٣ درجة ونصف درجة جنوباً. تشكل غابات المطر هذه موطناً لحوالي نصف أصناف نباتات وحيوانات الأرض.

وإن بأعداد أقل، فإن غابات المطر تنمو في المناطق المعتدلة أيضاً. وهي تملك مناخاً أكثر موسمية، مع درجات حرارة أقل ثباتاً ومطر أقل، ممّا هو الحال في غابات المطر القريبة من خط الاستواء. على الرغم من وفرة النباتات والحيوانات في غابات المطر المعتدلة، فإن الأصناف هناك أقل تنوعاً ممّا هي عليه في غابات المطر الإستوائية، الأكثر دفاً.

طبقات الحياة: عندما ننظر إلى غابة المطر الإستوائية من الفضاء، فإنها تبدو كدثارٍ متغصّن من أوراق النبتة. وتشكّل أعالي الأشجار غطاءً كثيفاً. يتسرب أقل من ٢٪ من أشعة الشمس عبر هذا الغطاء المقفل. يجعل نقص الضوء نمو النباتات محدوداً في أدنى طبقات غابة المطر.

في المناخ الدافئ والرطب لغابة المطر الإستوائية، يحدث التحلل بسرعة في الطبقة السفلى، أرضية الغابة. تساعد الحشرات، دودات الأرض، والفطريات في تحليل بقايا النباتات والحيوانات. وتمتصّ الأشجار والنباتات الأخرى المواد الغذائية المحررة خلال التحلل، وغالباً ما تُترك الأرض عارية نسبياً. إن الأمطار الدائمة



(١) التنوب: من فصيلة الصنوبريات، له جذع مستقيم.

(٢) البيسيّة أو الراتنجية: شجرة من الفصيلة الصنوبرية.



مشهد لغابة المطر

ترشح، أو تجرف المعادن من التربة التي تفتقر إلى المواد الغذائية.

يعيش الملايين من أصناف الحيوانات والنباتات في غابات المطر الإستوائية، ويستمر اكتشاف الأصناف الجديدة. بعض الأصناف لا يوجد سوى في غابة المطر الإستوائية، كحيوان الأوكابي^(٣) Okapi. لقد عُرف أكثر من ألف نوع من الأشجار في كيلومتر مربع واحد منها. تملك غابة المطر الإستوائية في الإكوادور في أميركا الجنوبية حوالي ٢٠,٠٠٠ نوع من النباتات المزهرة.

وتُعتبر غابات المطر الإستوائية مورداً طبيعياً قيماً. يعيش الملايين من الناس في غابات المطر، وهم يعتمدون عليها من أجل تزويدهم بحاجاتهم من الغذاء والوقود. أما بقية العالم، فيعتمد على غابات المطر من أجل منتجات صناعية جانبية كالمطاط، الخشب، الصبغات، الزيوت، الأغذية، والأدوية.

تلعب غابات المطر دوراً في تكرير دورات مياه الأرض من جديد. يرتشح الكثير من الرطوبة التي تشبعتها الأشجار من الأوراق، وتبخر إلى الفضاء لتعود كالمطر. يساعد جذور الأشجار على تثبيت التربة وعلى تأخير مياه المطر أو الثلج الذائب، الجاري فوق سطح الأرض.

غابات المطر المتلاشية: إنَّ تفرغ أراضي الغابات من أجل العمل بالزراعة وتربية الماشية، وقطع الأشجار من أجل أخشابها أو للتعدين، يُنقصان بسرعة كبيرة غابات المطر المتبقية.

على الرغم من استعمال الأرض غالباً في الزراعة، فإنَّ التربة الإستوائية الفقيرة بالمواد الغذائية قد تسند محاصيل أو ماشية لعدة سنوات فقط. ثم تهجر الأرض بعد تزايد التآكل مع تعرّض الأرض المفرغة إلى الأمطار الغزيرة وأشعة الشمس اللاذعة.

الغابات الإستوائية الموسمية:

تنمو في بعض المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية. وتتميز هذه المناطق بموسم رطب وآخر جاف يتعاقبان كل سنة، أو بمناخ أبرد نوعاً ما من مناخ غابة المطر الإستوائية. ونجد هذه الغابات في أميركا الوسطى ووسط أميركا الجنوبية وأفريقيا الجنوبية والهند وشرق الصين وشمال أستراليا وفي الكثير من جزر المحيط الهادئ.

وتحتوي الغابات الإستوائية الموسمية على مجموعة واسعة ومنوعة من أنواع الأشجار، لكنها ليست بمثل كثرة أنواع أشجار غابات المطر. وتحتوي هذه الغابات أيضاً على عدد أقل من النباتات المتسلقة والنباتات الهوائية. وبخلاف أشجار غابة المطر، فإنَّ الكثير من أنواع الأشجار في الغابة الإستوائية الموسمية هو من الأنواع المعبلة. وتوجد الأشجار المعبلة خصوصاً في المناطق التي تشهد فصلاً رطباً وفصلاً جافاً واضحين. وتسقط أوراق هذه الأشجار في الفصل الجاف.

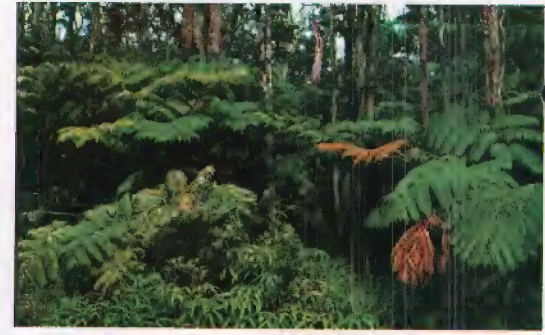
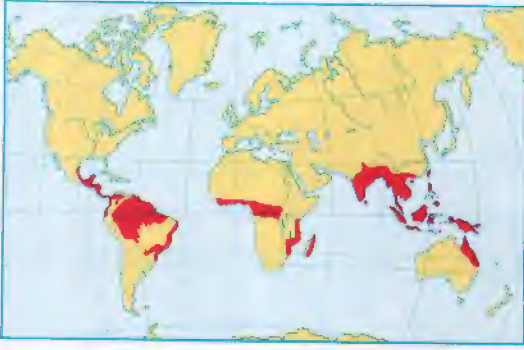
ترتفع طلة هذه الغابات إلى ٣٠ متراً تقريباً. وتنمو طبقة واحدة من صغار الأشجار تحت الظلة. ويشكل الخيزران والنخل طبقة كثيفة من الجنبات، كما تغطي الأرض طبقة كثيفة من الأعشاب. وتشبه الحياة الحيوانية في هذه الغابات ما نجده في غابة المطر.

الغابات شبه الإستوائية:

تنمو على سواحل المحيط الأطلسي، وخليج المكسيك في جنوب شرق الولايات المتحدة. وفي هذه المناطق، يبقى المناخ حاراً ورطباً على مدار السنة.

(٣) الأوكابي: حيوان أفريقي من فصيلة الزرافة، ولكنه غير طويل العنق.

الغابات الإستوائية



نبت الأحراج: تنمو ضروب عدة من الخنثار في نبت الأحراج الكثيف الظاهر في الصورة أعلاه. وهناك أيضاً عدد كبير من الأزهار المتعددة اللون، تشمل أنواعاً من السحليات. تقوح من النباتات اللاحمة (إلى اليسار) روائح قوية تجذب الحشرات، فتطبق النباتات عليها وتهضمها.

عالم الحشرات

بسبب الرطوبة المرتفعة التي تسود هذه المنطقة بشكل دائم، تستطيع الحشرات واللافقاريات التي تفتقر إلى الآليات لضبط سوائل الجسم أن تتكاثر وتنتشر. وتؤدي الحرارة المرتفعة إلى تسريع أيض هذه الحشرات إلى حد بعيد، ما يجعل عدداً كبيراً من الأنواع يبلغ أحجاماً ضخمة. تعيش في الغابات الاستوائية فراشات ويعاسيب وعناكب وديدان، إلخ... تتميز بحجم استثنائي. وتضم هذه الغابات أيضاً أعداداً وفيرة من البرمائيات التي يعيش قسم كبير منها، في الماء الذي تجمعها النباتات في أوراقها الكأسية الشكل.



تتميز منطقة الغابات الإستوائية بمناخ حار ورطب ولكن يمكن للمعالم الأخرى أن تختلف من غابة إلى أخرى. توجد الغابات الإستوائية في مناطق جبلية أو في أماكن منخفضة، ويمكن للمطر أن يكون منتظماً طوال أيام السنة أو موسمياً، كما في المناطق التي تتلقى الرياح الموسمية. وينمو أحياناً شجر المانجروف في المستنقعات الساحلية. ينمو النبات، الذي لا يمر بفترة سبات سنوية، بشكل سريع جداً. من بين الضروب الشجرية الكثيرة، تطفئ أشجار النخيل والأشجار الصلبة الخشب، مثل شجر الماهوجاني والساج والابنوس، ويرأوح علو هذه الأشجار بين ٣٠ و ٧٠ متراً. نظراً إلى غزارة الغذاء وتنوعه في جميع فصول السنة، تضم هذه المنطقة وفرة من الأنواع الحيوانية.

الحياة في الأشجار: ان

الكثير من الزواحف والثدييات مكثفة للعيش في الأشجار وهي لا تنزل أبداً إلى الأرض. إلى اليسار، يظهر جيتون، وهو قرد خبير في التنقل عبر الأشجار.

النبات: ينقسم النبات في

هذه المنطقة خمس مجموعات مختلفة العلو، تحت كل مجموعة منها موطنها الخاص. تضم الطبقة العلوية أغصان الأشجار الأكثر ارتفاعاً التي تعلو فوق الظلة، وتحت هاتين الطبقتين تمتد الأشجار الأقل ارتفاعاً ثم طبقة من الجنبات وأخيراً التربة التي تغطيها النباتات المنخفضة.

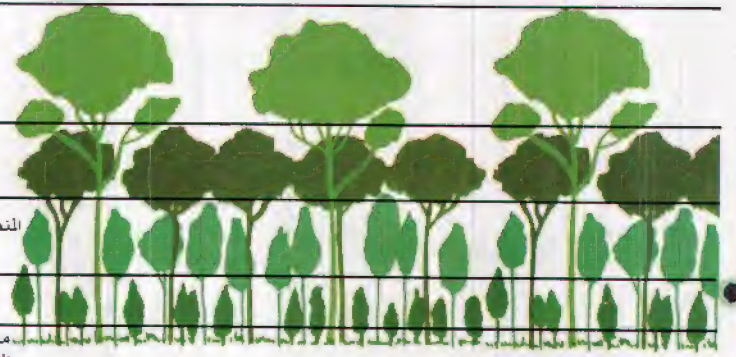
أعلى الأشجار

الظلة

المنطقة المتوسطة

الجنبات

منطقة نباتات المنخفضة



الحياة في الغابة:

فوق ظلة الغابة، يمسك عدد كبير من الطيور الجارحة بالعصافير والتدييات الصغيرة التي تجازف في الصعود إلى الأغصان العالية بحثاً عن الطعام.

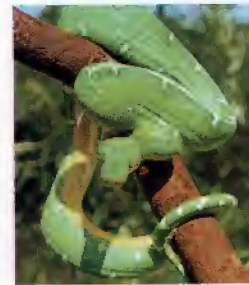
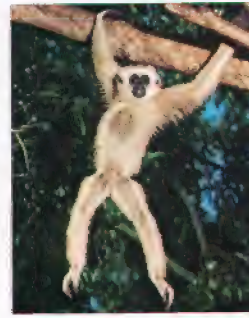
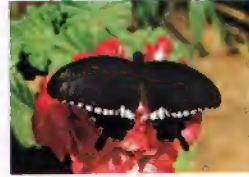
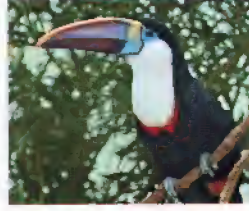
إن الغذاء الذي توفره الغابة - من الأزهار والثمار في غالبيتها - يوجد على نحو شبه حصري في الأشجار. لهذا السبب، طوّرت الحيوانات بعض التكيفات للحياة في الأشجار. إن الأنواع الأكثر عدداً هي تلك التي يقتصر موطنها على أغصان الظلة، حيث أكبر كميات من الغذاء. تتميز هذه الأنواع، عادة، بألوان زاهية تتوافق مع محيطها المحصور، وبأشكال نحيفة تسمح لها بالتحرك برشاقة.

لسعادين أميركا الجنوبية أذيال إمساكية، وللسناجب الطائرة غشاء متصل بأطرافها يشكل نوعاً من الباراشوت. تختلف أشكال مناقير الطيور وفقاً للطعام الذي تأكله: منقار طويل ودقيق لدى العصافير الطنّانة (أو الذبابة) التي تقتات برحيق الأزهار، منقار معقوف وقوي لدى البيغاوات التي تأكل طعاماً صلباً. وتشرب هذه المخلوقات الماء الذي يتجمع في الأوراق.

بما أن معظم حيوانات الغابة الاستوائية تعيش في الأشجار، فقد تكيفت الضواري على الحياة في الأشجار. إلى جانب الأنواع الكثيرة من الأفاعي التي تقتات بالطيور والتدييات الصغيرة والبرمائيات والبيض، تطارد الفهود والهررة الوحشية فريستها إلى الأشجار، ولكنها لا تتعدى في معظم الأحوال الأجزاء السفلية من الأشجار حيث تستطيع الأغصان أن تتحمل ثقلها.

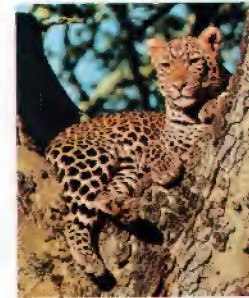
تتميز عادة الحيوانات التي تعيش على الأرض، حيث يصل القليل من الضوء، بألوان باهتة. على أرض الغابات الاستوائية يعيش الأيل والظبي والجاموس والخنزير البري والثاير والشيهيم، إضافة إلى ضروب كثيرة من الأفاعي، منها بعض الأفاعي السامة. ويعتبر النمر أكبر ضواري الغابات الاستوائية وأشرسها، وتعيش أيضاً على الأرض الطيور التي لا تطير جيداً، مثل طير السلطانة والكشير من أنواع الشدرج والطاووس. تعيش مجموعات من القوارض والحشرات والرخويات والديدان الألفية والديدان في التربة الرطبة.

العقاب ذو العرف، الذي يكثر في غابات أميركا الجنوبية، هو طائر جارح كبير يقتات بالسعادين فقط.



أعلاه: بواء خضراء زمردية.

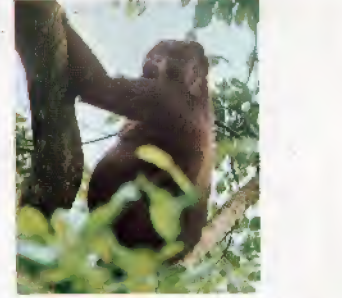
إلى اليمين: شمبانزي.



إلى اليسار، من الأعلى: طوقان، فراشة خطافية الذيل، جيتون وطيور طنان. أعلاه: خفاش مضاص. أدناه: سنجاب طائر. إلى اليمين: تارسير.

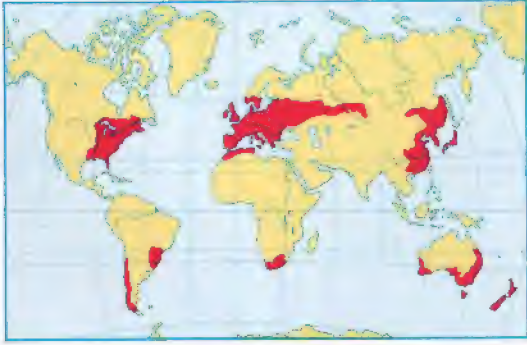


إلى اليسار: فهد، فيل هندي. أعلاه: دودة القية. أدناه: صيل. إلى اليمين: غوريلا، نمر.

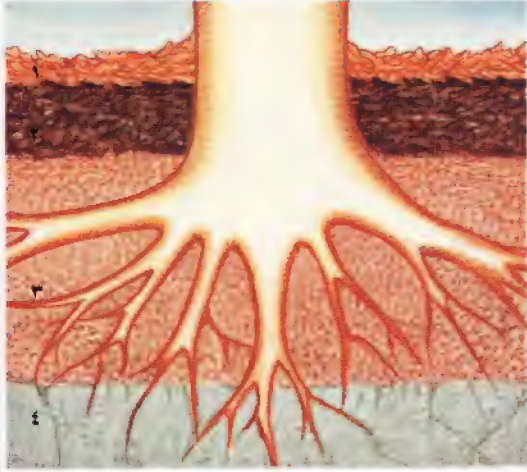
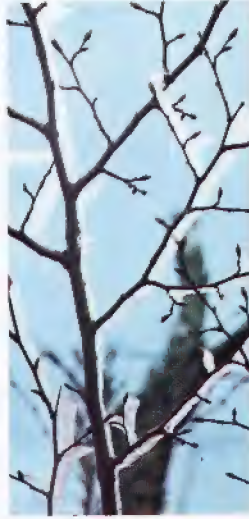




الغابات المعتدلة



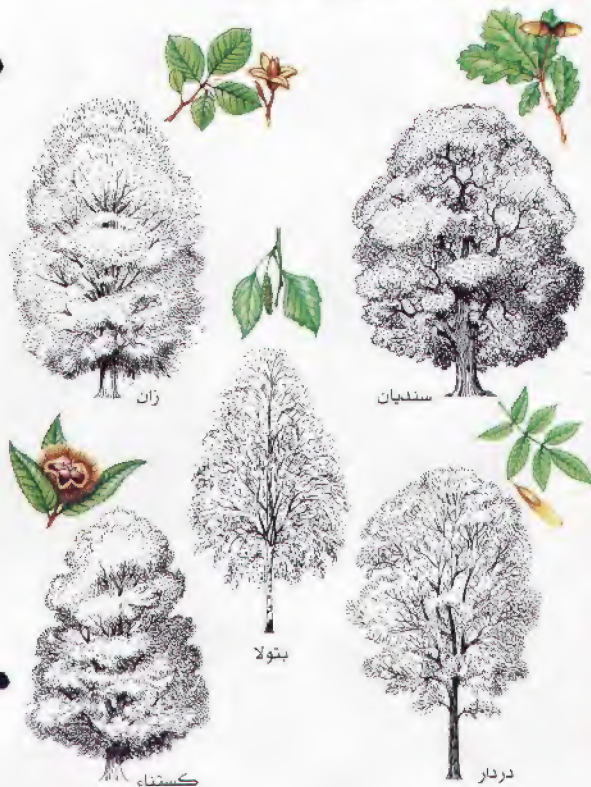
الأوراق النافضة: تتحدد الدورة البيولوجية لدى الأشجار بفعل تغير الحرارة، أكثر مما تتأثر باختلاف كميات المطر. في الصيف، تمتص الأوراق أكبر كمية ممكنة من نور الشمس، ولكنها لا تستطيع بسبب بنيتها الدقيقة، أن تتحمل قسوة مناخ الخريف، فتسقط على الأرض. في الشتاء، تعيش الشجرة من مخزونها.



التربة: هناك أربع طبقات في المقطع العرضي لتربة غابة ذات أشجار عريضة الأوراق (أشجار نفضية): (١) الطبقة السطحية، تتألف من بقايا حيوانية (براز وجيف) ومواد نباتية (أوراق ميتة، إلخ)؛ (٢) الدبال؛ (٣) الطبقة المتوسطة، لا تحوي سوى القليل من المواد العضوية المتحللة في شكل جسيمات صغيرة، وتتألف في معظمها من مواد غير عضوية؛ (٤) القاعدة الصخرية والرملية حيث تبدأ الطبقات الجيولوجية الأديمية الفعالية. في مرحلة أولى، تتعرض كتلة الأوراق الساقطة على الأرض لعمل الديدان الحلقية والمفصليات (حشرات، عنكب، إلخ)، من ثم تحولها الجراثيم المخلفة إلى مادة غير عضوية.



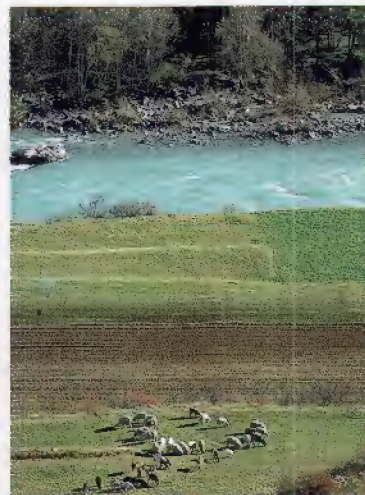
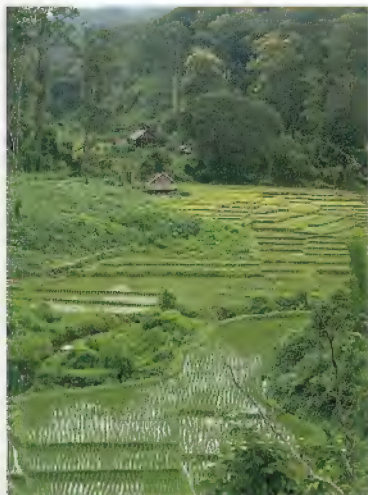
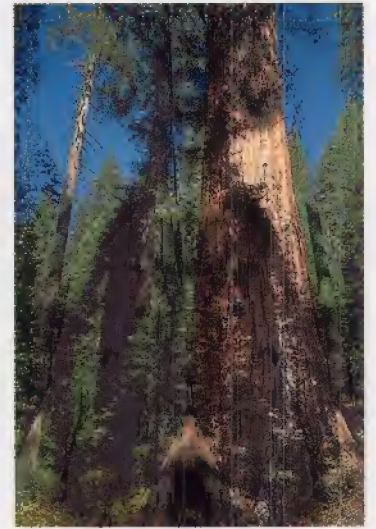
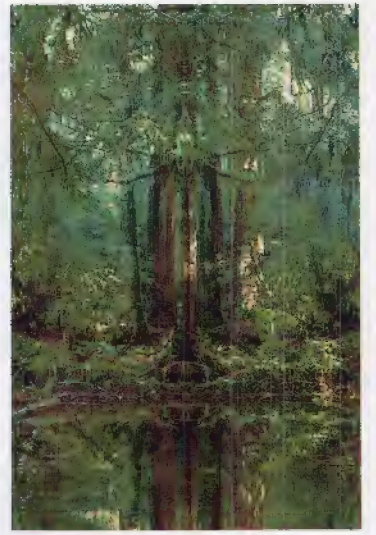
توجد الغابات النفضية في المناطق المعتدلة حيث الرطوبة ثابتة طوال السنة. والشتاء، مع كونه قصيراً، قاس بما فيه الكفاية لإبطاء الدورة البيولوجية لدى الأشجار. في الفصل البارد، تنفض الأشجار أوراقها على الأرض حيث تتعرض، أولاً، لعمل الديدان وحمير القبان (دويبات كثيرة الأرجل) وغيرها من المخلوقات، ثم يأتي دور الجراثيم التي تحللها لتشكيل أملاحاً معدنية تغني التربة وتسمح بنمو نبات أحرار Undergrowth كثيف. ان تدخل الإنسان في هذه المنطقة قد قلص مساحة الغابات إلى حد بعيد. فقد كانت الغابات النفضية تغطي في ما مضى قسماً كبيراً من أميركا الشمالية وأوروبا الوسطى وآسيا الوسطى واليابان والتشيلي والأرجنتين.



الغابة الاسترالية:

عزلة استراليا الجغرافية في تطوّر الحيوانات والنباتات فيها. تتألف الغابة المعتدلة الاسترالية بمجملها تقريباً من ضروب من شجر الاوكالبتوس. ويعيش فيها عدد كبير من الجراثيم (إلى اليسار: الكوال)، وأيضاً الكثير من الطيور (إلى اليمين: الطائر القيثاري).





الخرج: هو اسم آخر للغابة. ويستعمل بعض الناس هذا التعبير للدلالة على غابة، ظلّتها غير كثيفة. ويُقصد بالظلّة، الطبقة العليا من الأشجار المورقة في الغابة. وهي تتألف من تيجان أو رؤوس الأشجار. وتختلف كثافة الظلّة، من غابة إلى أخرى، تبعاً لنوعها. فالظلّة غير الكثيفة تسمح بمرور كامل لأشعة الشمس، بينما تمنع الظلّة الكثيفة معظم أشعة الشمس من الوصول إلى أرض الغابة.



الغابات المعتدلة المعبلة:

تنمو في شرق أمريكا الشمالية، وأوروبا الغربية، وشرق آسيا. ويسود هذه المناطق مناخ معتدل يتصف بصيف حار وشتاء بارد.

ترتفع ظلة الغابات المعتدلة المعبلة إلى ٣٠ متراً تقريباً. ويغطي في الظلة نوعان أو أكثر من الأشجار. ومعظم أشجار هذه الغابات هو أشجار عريضة الورق ومعبلة، تطرح أوراقها في الخريف. ويمكن أن تكون طبقات الشجر الصغير والحيات والعشب، كثيفة جداً. وتتميز الطبقة العشبية بفترتي نمو في السنة الواحدة. وتظهر نباتات النمو الأول في أوائل الربيع، قبل أن تنبت أوراق جديدة على الأشجار. وتموت هذه النباتات مع حلول الصيف، وتحل محلها نباتات تنمو في ظل الظلة المورقة.

ومن الحيوانات الكبيرة التي تعيش في الغابات المعتدلة المعبلة، نذكر الدب والأيل، ونادرًا الذئب. وتؤوي هذه الغابات، أيضاً، مئات الثدييات الأصغر حجماً والطيور. ويهاجر الكثير من الطيور جنوباً في الخريف، ويؤسست بعض الثدييات في الشتاء.

يغطي بعض المناطق المعتدلة غابات دائمة الخضرة ومعبلة مختلطة. ففي منطقة البحيرات الكبرى في أمريكا الشمالية، مثلاً، يعزز الشتاء البارد نمو غابات مختلطة من الأشجار المعبلة والدائمة الخضرة. وتنمو غابات من أشجار الصنوبر الدائمة الخضرة وأشجار السنديان والقارعة المعبلة، في السهول الساحلية الجافة في جنوب شرق الولايات المتحدة.

الغابات المعتدلة الدائمة الخضرة:

في بعض المناطق المعتدلة، تعزز البيئة نمو الغابات الدائمة الخضرة. وتنمو هذه الغابات في المناطق الساحلية التي تتميز بشتاء لطيف يشهد سقوط كمية كبيرة من الأمطار. وتشمل هذه المناطق الساحل الشمالي الغربي لأمريكا الشمالية والساحل الجنوبي لتشيلى والساحل الغربي لنيوزيلاندا والساحل الجنوبي الشرقي لأستراليا. وتغطي الغابات المعتدلة الدائمة الخضرة، كذلك، السفوح الجبلية المنخفضة في آسيا وأوروبا وغرب أمريكا الشمالية. ففي هذه المناطق، يعزز المناخ البارد نمو الأشجار الدائمة الخضرة.

وتختلف الطبقات الحرجية والنباتات والحيوانات اختلافاً كبيراً بين غابة معتدلة دائمة الخضرة وأخرى. فعلى سبيل المثال، إن الغابات الدائمة الخضرة التي تنمو في جبال آسيا وأوروبا وأمريكا الشمالية تتكون من الصنوبريات، فيما تتكون الغابات الساحلية في أستراليا ونيوزيلاندا من أشجار دائمة الخضرة وعريضة الورق.

الغابات الجبلية الدائمة الخضرة:

تنمو فوق سفناء التلال السفحية الجبلية في غرب الولايات المتحدة وكندا. ويصبح المناخ في الجبال عموماً أبرد وأرطب، وتشتد فيها الرياح مع ازدياد الارتفاع. وتُعرف غابات السفوح المنخفضة والمتوسطة بالغابات الجبلية، فيما تُعرف غابات السفوح المرتفعة بالغابات شبه الألبية.

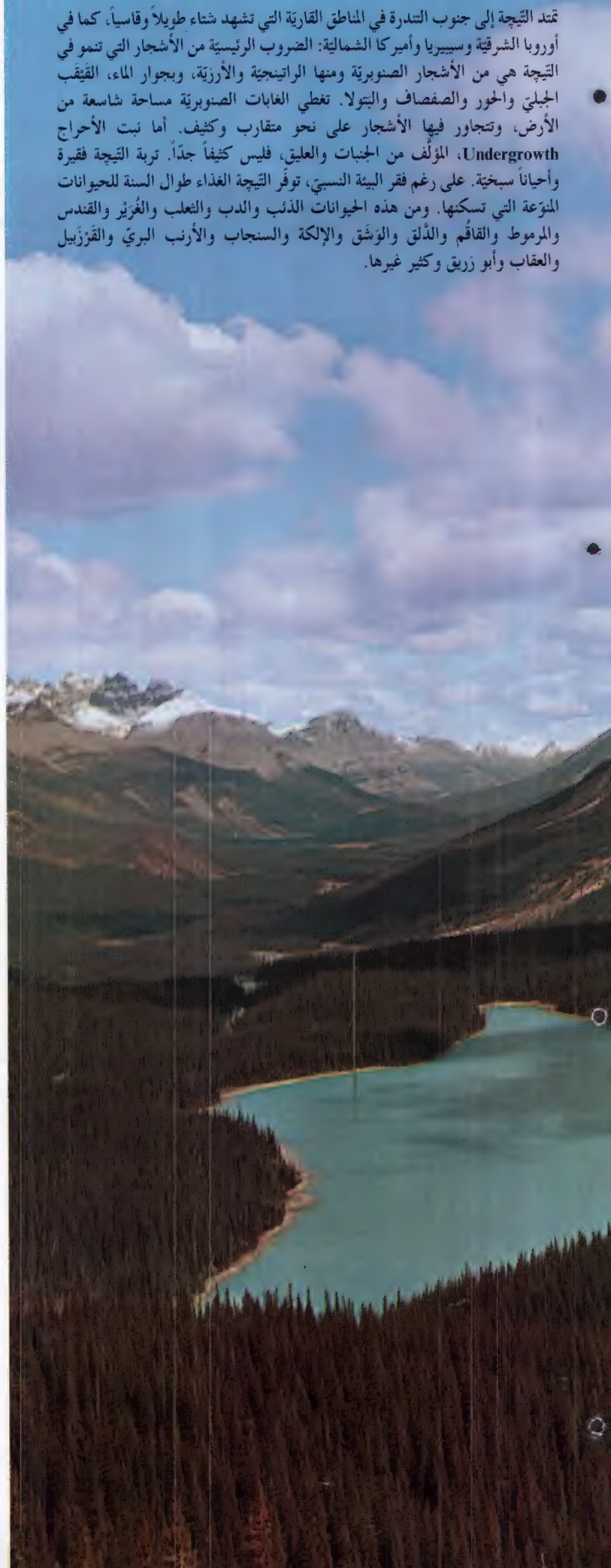
الغابات الشمالية (التيجة):

تشغل منطقة الغابات الشمالية حوالي ١٧٪ من مساحة اليابسة، على شكل حزام يحيط بالقطب في أقصى النصف الشمالي للكرة الأرضية. وإلى الشمال وراء هذا الحزام، تندمج الغابة الشمالية مع سهول التندرة المحيطة بالقطب. وتتميز هذه الغابة عموماً بوجود عدد محدود من أنواع الصنوبريات، وهي الصنوبر والبيسيّة واللاكس (الأرزينة) والتوتوب؛ كما تتميز بدرجة أقل، بوجود بعض أنواع الأشجار المعبلة مثل البتولا والحوور. وتبلغ هذه الأشجار خطوط العرض الأعلى بين كل الأشجار الأخرى على الأرض. وقد تلاهمت النباتات والحيوانات الشمالية مع فصول النمو القصيرة التي يطول فيها النهار، ويتحول المناخ من بارد إلى دافئ. وفصل الشتاء في هذه المناطق طويل وشديد البرودة، والنهار قصير؛ والقاعدة السائدة هي تراكم الثلوج بشكل دائم. وتُظهر الغابات الشمالية في أمريكا الشمالية وأوروبا وآسيا أوجه شبه كثيرة، حتى أنها تتشارك بوجود بعض أنواع النبات والحيوان. ويُشار إلى الغابات الشمالية في روسيا وسيبيريا خصوصاً، باسم التيجة أي «القضبان الصغيرة»، وهو لقب أصبح الآن معتمداً بشكل واسع، كبديل لعبارة الغابة الشمالية.

المنشأ: خلال الفترة النهائية من البرودة الشديدة (من ٢٣,٠٠٠ إلى ١٦,٥٠٠ سنة مضت)، وفي الحقبة المتأخرة من العصر الجليدي الحديث الأقرب (الپليستوسين) (الذي انتهى منذ عشرة آلاف سنة)، كانت الأنواع التي تشكل اليوم الغابة الشمالية، قد تراجعت إلى خط العرض ٣٠ درجة شمالاً بسبب أنهار الجليد القارية في أوروبا وآسيا وأمريكا الشمالية، وأيضاً بسبب البيئة المفرطة في الجفاف والبرودة، في آسيا وأمريكا الشمالية، وهي مناطق لم يطلها الجليد. وحين بدأت جبال الجليد بالإنحسار تدريجياً منذ حوالي ١٨,٠٠٠ سنة، أخذت أنواع النباتات في الغابة الشمالية بالتقدم شمالاً في أوروبا وأمريكا الشمالية. وكان زحف الغابة باتجاه الشمال، في شرق أمريكا الشمالية ووسطها، يتم بنباتات وبشكل تدريجي نسبياً. ولكن، ومنذ حوالي ٩,٠٠٠ سنة في غرب كندا، توقّف هذا الزحف بشكل استثنائي، عندما انتشرت بسرعة أشجار البيسيّة البيضاء على مسافة ٢,٠٠٠ كم باتجاه الشمال في الأراضي التي كان الجليد قد تركها حديثاً، وجرى ذلك في غضون ألف سنة فقط. ونتيجة هذا الانتشار السريع، تناثرت البذور النباتية، وساعدتها بذلك قوة الرياح الشمالية التي يسببها تيار هوائي يدور باتجاه عقارب الساعة، حول الغطاء الجليدي المتبقّي، شمال ولاية كيبيك في كندا والقسم الغربي من خليج هدسون.

وكانت، في ذلك الوقت، كميات كبيرة من المياه توجد على الأرض بشكل جليد، الأمر الذي جعل مستوى سطح البحار أكثر انخفاضاً مما هو عليه اليوم؛ وسمح بالتالي لأنواع برّية مختلفة بالهجرة. وكان عدد كبير من الجزر الحالية، متصلاً آنذاك بالبرّ المجاور؛ فالجزر البريطانية مثلاً، كانت متصلة بأوروبا. وحين بدأ المناخ يصبح أكثر دفئاً في المراحل الأخيرة من العصر الجليدي، وقبل أن ترتفع

تمتد النتيجة إلى جنوب التندرة في المناطق القارية التي تشهد شتاء طويلاً وقاسياً، كما في أوروبا الشرقية وسيبيريا وأميركا الشمالية: الضروب الرئيسية من الأشجار التي تنمو في النتيجة هي من الأشجار الصنوبرية ومنها الراتنجية والأرزية، وجوار الماء، القيقب الجبلي والخور والصفصاف والبتولا. تغطي الغابات الصنوبرية مساحة شاسعة من الأرض، وتتجاوز فيها الأشجار على نحو متقارب وكثيف. أما نبت الأجرار Undergrowth، المؤلف من الجنبات والعليق، فليس كثيفاً جداً. تربة النتيجة فقيرة وأحياناً سبخية. على رغم فقر البيئة النسبي، توفر النتيجة الغذاء طوال السنة للحيوانات المتنوعة التي تسكنها. ومن هذه الحيوانات الذئب والدب والعلب والغرير والقندس والمرموط والقاقم والدلق والوشق والإلكة والسنجاب والأرنب البري والقززيل والعقاب وأبو زريق وكثير غيرها.



مياه البحر إلى مستواها الحالي، هاجر إلى بريطانيا، عددٌ من حيوانات ونباتات الأرض الأصلية للغابة الشمالية الأوروبية. وتوجد هذه النباتات والحيوانات اليوم كجزء من الغابة الشمالية في هضاب اسكوتلندا (الهاي لاندز). أما المناطق المنخفضة في وسط ألاسكا (الولايات المتحدة) ووسط مقاطعة يوكون في كندا، وفي أقصى شرق روسيا، والتي تميزت بمناخ حار لا يسمح بتشكّل غطاء جليدي، فقد كانت تتصل ببعضها عن طريق جسر بيرينج البرّي، والذي هاجرت عبره عدّة أنواع من الحيوانات. وكنيجة لذلك، يمكن ملاحظة وجود تدرّج في مواصفات النبات في ألاسكا، يبدأ في الأشكال الأميركية الشمالية النموذجية في الشرق، وينتهي بالنباتات التي تحمل الخصائص الأوروبية الآسيوية في الغرب.

التوزع: الغابات الشمالية في أوراسيا وأميركا الشمالية، هي حزام عريض من النباتات، يمتد على كلّ من القارّات المذكورة، بدءاً من سواحل المحيط الأطلسي وحتى سواحل المحيط الهادئ. وتحتل الغابات الشمالية في أميركا الشمالية، معظم أراضي كندا وألاسكا. وعلى الرغم من أنّ بعض أنواع الغابات الإنتقالية ذات الصلة بالغابات الشمالية، موجود في شمال الولايات المتحدة، إلّا أنّ الغابة الشمالية الحقيقية تنتهي شمال الحدود الكندية الجنوبية. وتمتدّ النتيجة (الغابة الشمالية) الواسعة في آسيا عبر روسيا، ثم تتوجّه جنوباً إلى شمال شرق الصين ومنجوليا. أما في أوروبا فتغطي الغابة الشمالية معظم أنحاء فنلندا والسويد والنرويج. وتفتقر المنطقة الصغيرة والمعزولة من الغابة الإستوائية في هضاب اسكوتلندا، إلى بعض الأنواع القارية، إلّا أنّها تحتوي على النوع الصنوبري الأكثر انتشاراً في غابة أوراسيا الشمالية، أي الصنوبر الاسكوتلاندي.

وتتحكّم عادة، بالموقع الذي تحتله الغابة الشمالية، عوامل مثل درجة الدفء خلال فصل النمو وحرارة التربة ودرجة الحرارة الدنيا في الشتاء. ويتألف حزام الغابة الشمالية من ثلاث مناطق متوازية تقريباً، وهي: الغابة الظليّة المغلقة، وخرج الأشنة أو النتيجة غير الكثيفة، وغابة التندرة. وتشكّل الغابة الظليّة المغلقة، القسم الذي يقع في أقصى الجنوب من النتيجة، وهو يعتبر من أغنى المناطق تنوعاً والأكثر مردوداً، كما يسمّى بالتربة الأكثر دفئاً وموسم النمو الأطول. وإلى الشمال من هذه الغابة، تقع منطقة أصغر على الخطّ الموازي، وهي حرج الأشنة - عبارة عن غابة غير كثيفة أو حرج لا يأخذ الجزء الأعلى المتغصّن منه، شكل الظلّة. وتشكّل حصائر الأشنة وشبه نباتات المراعي القطبية أو التندرة، قسماً كبيراً من غطاء الأرض. وإلى الشمال من حرج الأشنة، تقع غابة التندرة، التي تنمو على طول شمال حدود المنطقة التي تنبت فيها الأشجار (خطّ الأشجار). وتنتشر على تقطّع، بقع من الأشجار المتنوعة، في مناطق محدودة من الطبيعة، فتشكّل مع التندرة تشكيلة معقدة من الفسيفساء. والمعروف عن الكثير من أشجار منطقة غابة التندرة بأنّها لا تحمل بذوراً قابلة للحياة، وهي إن فعلت، يكون ذلك بشكل متقطع. وقد ترسّخ وجود هذه الأشجار خلال الحقبات المناخية الأكثر

دفئاً، منذ بضع مئات إلى بضعة آلاف من السنين الفائتة، واستمرت منذ تلك الحقبة عن طريق التكاثر اللاتزاوجي. وتتسبّب حرائق الغابات بإزالة الأشجار من هذه المنطقة. وبسبب عدم قدرتها على التكاثر، فإنّ ما يبقى منها فقط هو بقع الأشجار التي لا تطاولها النيران.

ولا تتوزّع الغابات المغلقة أو منطقة النتيجة الجنوبية وفقاً لمحور شرقي-غربي دقيق في كلتا القارّتين. فعلى الحدود الغربية لأوروبا، يسمح الدفء الذي يولده تيار الخليج (الجولف ستريم)، بنمو الغابات الظليّة المغلقة في الشمال الأقصى من الموقع الذي تحتله، أي عادة بين ٦٠° و ٧٠° شمالاً. يضاف إلى هذا أنّ تيار اليابان (تيار كوروشيوا) وتيار المحيط الهادئ الشمالي، غرب أميركا الشمالية، يتسببان بدفء المناخ وانحراف الغابات إلى داخل ألاسكا ومقاطعة يوكون في كندا. وعلى الحدود الشرقية للقارّتين، تتسبّب كتل الهواء القطبية الباردة التي تهبّ جنوباً على طول هذه الشواطئ، في انحراف الغابة الشمالية نحو الجنوب، إلى ما بين خطّي العرض ٥٠° و ٦٠° شمالاً، وهي أقصى الحدود الجنوبية للغابات الشمالية، إذ أنّه إلى الجنوب من هذه الغابات، توجد في مناطق أوروبا وشرق أميركا الشمالية الرطبة، غابات شمالية انتقالية، أشجارها نفضية ذات أوراق عريضة. وتتوزّع في هذه الغابات بقع صغيرة من الصنوبريات الشمالية على المواقع الأكثر برودة والأقل خصباً، كالأراضي الخثيّة الرطبة. وفي الوسط القاحل للقارّتين، تقع فسحة حرجية من الأشجار والمروج، على الحدود الجنوبية من الغابة الشمالية الظليّة المغلقة.

إنّ الأجزاء الوسطى من أوراسيا وأميركا الشمالية هي مناطق منبسطة أو خفيفة الانحدار. وتكون الحدود الشمالية والجنوبية للغابات الشمالية، في هذه الأجزاء، واسعة ومتدرجة. وقد تبدّل موقع هذه الحدود عدّة مرّات، بمقدار يصل إلى ٢٠٠ كيلومتر في فترة الآلاف الأخيرة من السنين. وفي المقابل، تكوّنت حدود واضحة، ولو معقدة، بين الغابات الشمالية (التيجة) والتندرة الأليّة على جبال ساحل المحيط الهادئ في غرب أميركا الشمالية، وفي أقصى شرق روسيا. وبشكل عام، فإنّ الغابات الشمالية، لا تتصل بغابة المطر الرطبة والمعتدلة أو شبه القطبية على ساحل ألاسكا ومقاطعة كولومبيا البريطانية، وذلك بسبب الحاجز الذي تشكّله الجبال العالية. إلّا أنّ بعض المناطق القليلة الارتفاع يضمّ مناطق انتقالية، غالباً ما تتميز بوجود أشجار هجينة من نوعي التنوب والبيسيّة البيضاء. أمّا في النرويج واسكوتلندا، فيحتل شكل مختلف من الغابات الشمالية بيئات شديدة الرطوبة.

إنّ كلّ شبكات الأنهر الكبرى في الغابات الشمالية في سيبيريا (روسيا)، بما فيها أنهر الأوب، النيسي ولينا، تجري عملياً باتجاه الشمال. ويشكّل نهر الأوب في غرب سيبيريا، حوضاً واسعاً من الأرض المنخفضة، تغطي نسبة كبيرة من سطحه، أراض خثيّة رطبة. ولا تتواجد عادة غابات ظليّة مغلقة في مثل هذه الأوضاع داخل المنطقة الشمالية.

الغابات الشمالية (التيجة)



الأشجار: تتميز الراتينجية البيضاء بشكل مخروطي وأوراق إبرية ولحاء رمادي فاتح. وتتصف الراتينجية الحمراء بأغصان تنثني إلى الأسفل وأوراق إبرية صغيرة ولحاء بني ضارب إلى الحمرة. الأرزنية شجرة نفضية تحمل أوراقاً إبرية طرية صغيرة ولها لحاء سميك. ويحمل الصنوبر أوراقاً إبرية طويلة ورفيعة.



التربة: يعزّز مناخ التيجة الرطب والبارد تراكم المواد العضوية الميتة في الطبقة العلوية من التربة (١)؛ تجري عملية تشكيل الدبال على نحو بطيء، فنظراً إلى ندرة الجراثيم وديدان الأرض، يستغرق تحليل المواد العضوية وقتاً طويلاً. يجرف المطر المعادن الأساسية مثل الحديد والألمنيوم إلى الطبقات السفلى (٢). طبقة متراسة تمتد فوق صخر الأديم (٣).



في الأحراج الصنوبرية: لا تستطيع أن تعيش في هذه البيئة إلا طيور متكيفة على نحو خاص. يقتات الديك الرومي (إلى اليسار)، كطيور أخرى مماثلة، بأوراق الصنوبر الإبرية. توجد الإلكة (أدناه) في كل المناطق القطبية، وهناك عدد كبير من الأنواع المماثلة لها.



تمتد التيجة إلى جنوب التندرة في المناطق القارية التي تشهد شتاءً طويلاً وقاسياً، كما في أوروبا الشرقية وسيبيريا وأمريكا الشمالية: الضروب الرئيسية من الأشجار التي تنمو في التيجة هي من الأشجار الصنوبرية ومنها الراتينجية والأرزنية، وبجوار الماء، القيقب الجبلي والخور والصفصاف والبتولا. تغطي الغابات الصنوبرية مساحة شاسعة من الأرض، وتتجاور فيها الأشجار على نحو متقارب وكثيف. أما نبت الأحراج Undergrowth، المؤلف من الجنبات والعليق، فليس كثيفاً جداً. تربة التيجة فقيرة وأحياناً سبخية. على رغم فقر البيئة النسبي، توفر التيجة الغذاء طوال السنة للحيوانات المتنوعة التي تسكنها. ومن هذه الحيوانات الذئب والدب والثعلب والغُرير والقندس والمرموط والقاقم والدلق والوشق والإلكة والسنجاب والأرنب البري والقُرْزِيل والعقاب وأبو زريق وكثير غيرها.

الصيادون الماهرون

تشكّل القوارض والزواحف والطيور الكثيرة التي تعيش في التيجة، الفريسة المعتادة لفصيلة العرسيات (فأر الخيل (إلى اليسار)، ابن عرس، القاقم، الخ). تصطاد اللواحم الكبيرة، أي الدببة والذئاب (إلى أقصى اليسار)، الأيائل والإلكة، ولكنها ترضى بفريسة أصغر في حال لم تجد فريسة كبيرة بما فيه الكفاية لتسبعها.

العقاب الملكي



السفناء:

السفناء أنواع من النباتات، تنمو في ظروف مناخية حارة وجافة موسميًا. وهي تتميز بظلة غير كثيفة، تشكلها الأشجار المبعثرة التي تظلل بساطاً من الأعشاب الطويلة. وتوجد أوسع مناطق السفناء في أفريقيا وأميركا الجنوبية وأستراليا والهند، وفي منطقة ميانمار - تايلاند، وفي جمهورية مالايا (مدغشقر).

النشأ: ظهرت السفناء بعد الإنحسار التدريجي للأمطار، في المناطق المحيطة بالمداري، خلال الدهر الجيولوجي الحديث (سينوزوي) (الذي يمتد من ٦٥ مليون سنة إلى عصرنا الحالي)، وخصوصاً خلال ٢٥ مليون سنة الفائتة. ولقد ظهرت الأعشاب، وهي النباتات المسيطرة على السفناء، منذ حوالي ٥٠ مليون سنة خلت، رغم أن بعض أشكال الحياة النباتية الشبيهة بالسفناء والحالية من العشب، قد يكون ظهور قبل تلك الفترة. وتزداد متحجرات أميركا الجنوبية، بدلائل تتعلق بحياة نباتية متطورة إلى حد بعيد وغنية بالأعشاب، يُعتقد أنها مساوية للسفناء الحديثة، كانت موجودة منذ العصر الثلاثي الأوسط (اليوسين)، أي منذ حوالي ٢٤ مليون إلى ٥ ملايين سنة.

وكانت برودة المناخ قد أصبحت ثابتة على الأرض، في ذلك العصر. وقد أدى انخفاض درجة حرارة سطح المحيطات إلى الحد من كميات المياه المتبخرة، الأمر الذي أدى بدوره إلى إبطاء الحلقة الهيدرولوجية بكاملها، وبالتالي إلى نقص في تشكل الغيوم وتساقط الأمطار والثلوج. وقد تأثرت بذلك، بشكل رئيسي، النباتات الواقعة في مناطق خطوط العرض الوسطى، أي بين مناطق خط الإستواء المطيرة والمناطق المعتدلة الرطبة والمتوسطة البرودة.

إن المناطق الرئيسية التي ظهرت فيها السفناء بفعل هذه التغيرات المناخية الطويلة المدى، أي أميركا الإستوائية وأفريقيا وجنوب آسيا وأستراليا، كانت في ذلك الحين قد سبق وانفصلت عن بعضها، بحواجز شكلتها المحيطات. وتعدّدت بالتالي هجرة النباتات عبر تلك الحواجز، ما جعل تفاصيل ظهور السفناء مختلفة، على كل قارة. وتطوّرت في كل منطقة، أنواع مختلفة من النبات والحيوان، واحتلت موطنها الجديد والجاف موسميًا.

تزايد انتشار السفناء على حساب الغابات، وذلك خلال الفترات الطويلة الجافة والمعتدلة البرودة، المتزامنة مع العصر الجليدي الحديث الأقرب (البليستوسين)، أو الحقبات الجليدية في المناطق المعتدلة، خلال العصر الجيولوجي الرابع (المتد من ١,٦ مليون سنة وحتى عصرنا الحالي). إن دراسة غبار الطلع المتحجر الموجود في ترسبات من مواقع في أميركا الجنوبية وأفريقيا وأستراليا، تدعم هذه النظرية بقوة.

عندما ظهر الإنسان أولاً في أفريقيا، بدأ باتخاذ مواقع له في السفناء. وعندما أصبح أكثر مهارة في تعديل محيطه لكي يتلاءم مع حاجاته، توزّع بعد ذلك في آسيا وأستراليا والأميركتين. وهكذا، فإن تأثيره على طبيعة السفناء وتطوّرها، كان أمراً مفروضاً بقوة على النمط الطبيعي، فتضاعف بذلك التنوع الذي يمكن مشاهدته بين أنواع السفناء. وتخضع السفناء في العالم اليوم لمرحلة أخرى من التغيرات، حيث يصطدم التوسّع السكاني الحديث بالحياة النباتية والحيوانية.

البيئة: تنمو السفناء إجمالاً في المناطق المدارية بين ٨° و ٢٠° من خط الإستواء، حيث الظروف المناخية دافئة إلى حارة في كل الفصول، وحيث الأمطار لا

تسقط إلا لبضعة أشهر في السنة، وذلك تقريباً من شهر تشرين الأول حتى آذار في نصف الكرة الجنوبي، ومن شهر نيسان إلى أيلول، في النصف الشمالي منها. ويبلغ معدل تساقط الأمطار السنوي عادة، من ٨٠٠ إلى ١٥٠٠ ملم، على الرغم من أنه قد ينخفض في بعض المواقع في وسط القارّات، إلى ٥٠٠ ملم. ومع أن فصل الجفاف هو عموماً أطول من فصل الأمطار، إلا أنه يتغيّر بشكل ملحوظ من شهرين إلى أحد عشر شهراً. ويتراوح متوسط الحرارة الشهري من حوالي ١٠° إلى ٢٠° مئوية، في فصل الجفاف، ومن ٢٠° إلى ٣٠° مئوية في فصل الأمطار.

يمكن تقسيم السفناء إلى ثلاث فئات، السفناء الرطبة، السفناء الجافة والأجمات الشائكة، وذلك بحسب طول فصل الجفاف. ففي السفناء الرطبة، يدوم فصل الجفاف النموذجي من ثلاثة إلى خمسة أشهر؛ ويدوم في السفناء الجافة، من خمسة إلى سبعة أشهر؛ أما في الأجمات الشائكة، فيبقى فصل الجفاف لفترات أطول. وهناك تصنيف بديل للتصنيف السابق، يتضمن غابات السفناء وفيها أشجار وشجيرات تشكل ظلة تحجب الضوء، وسفناء الشجر حيث الأشجار والشجيرات متفرقة، وسفناء الشجيرات وتضم شجيرات مبعثرة، وأخيراً السفناء العشبية التي تغيب عنها عادة الأشجار والشجيرات. وهناك اقتراحات أخرى للتصنيف بالإضافة إلى التصنيفين السابقين.

وعلى الرغم من الفوارق الموجودة بينها، فإن كل أنواع السفناء تشارك بعدد من الخصائص البيئية والوظائف التي تميزها. ويتم تعريف السفناء عادة، بأنها أنواع من الحياة النباتية الإستوائية أو شبه

الإستوائية، يغطي أرضها بساط ممتد من الأعشاب ينغرس فيه بشكل عرضي، بعض الأشجار والشجيرات. وتوجد هذه الأنواع في المناطق التي تتدلع فيها حرائق الأجمات، وحيث ترتبط أنماط النمو الرئيسية ارتباطاً وثيقاً بتناوب فصول الأمطار والجفاف. ويمكن اعتبار السفناء، من الناحيتين الجغرافية والبيئية، مناطق إنتقالية بين غابات مطر المناطق الإستوائية وبين الصحاري الموجودة على خطوط العرض الأبعد شمالاً وجنوباً.

إن التمييز بين السفناء والأنواع الرئيسية الأخرى من الحياة النباتية، كالغابات الإستوائية المبللة وأراضي الشجيرات، والأراضي العشبية هو تمييز اعتباطي نوعاً ما. فالإنتقال من نوع إلى آخر، يتم عبر سلسلة من الحلقات المتصلة، وغالباً بدون حدود واضحة تفصل بين الأنواع. هذا بالإضافة إلى أن الحياة النباتية هي حياة غير ثابتة وتتغيّر باستمرار. وتزداد أهمية وجود الأشجار كأحد عناصر السفناء الأساسية، مع تزايد نسبة هطول الأمطار. لكن عوامل أخرى، كطبيعة الأرض والتربة وكثافة الرعي، تؤثر كلها بطرق معقدة ومتنوعة. وقد تسبب حرائق فصل الجفاف التي تغذيها الأعشاب الجافة، موت بعض الأشجار، وخصوصاً الشجيرات البانعة الأضعف من غيرها. وبالتالي، فإن حجم هذه الحرائق يؤثر بشدة على طبيعة نباتات السفناء. ومن بين العوامل المؤثرة على هذه الطبيعة، عاملان يتواجدان منذ آلاف السنين ويتفاعلان بشدة مع النشاطات البشرية، وهما الرعي والحرائق. وهكذا، فإن للإنسان تأثيره الضابط على طبيعة السفناء وديناميكيتها وتطوّرها وبنيتها وانتشارها في عدّة أجزاء من الكرة الأرضية.

التربة: وهي، عادة، قليلة الخصوبة في السفناء، لكنها قد تظهر تنوعاً بارزاً على مستوى ضيق. وقد أثبتت التجارب في بيليز وأماكن أخرى، أنه يمكن للأشجار أن تلعب دوراً هاماً في سحب المعادن المغذية من طبقات التربة العميقة. فالأوراق الميتة وبقايا الأشجار الأخرى تتساقط على سطح التربة قرب الأشجار، حيث تتحلل وتطلق المواد المغذية. وهكذا، فإن خصوبة التربة تزداد في المناطق القريبة من الأشجار بالمقارنة مع المناطق التي تقع بينها.

إن نسبة مرتفعة، تصل إلى حوالي ٣٠٪ من المواد العضوية الميتة، تتحلل عن طريق النشاطات الغذائية للنمل الأبيض. ذلك أن نسبة هامة من المعادن المغذية التي يتم تحريرها، يمكن أن تخزن لمدة طويلة في أوكار النمل الأبيض، حيث تكون غير جاهزة لكي تمتصها جذور النباتات بشكل مباشر. وقد أظهرت السفناء في تايلاند، أنه يمكن تحسين خصوبة التربة بشكل ملموس، عن طريق تحطيم أوكار النمل الأبيض، ميكانيكياً، ونشر المواد التي تحتويها، على سطح التربة. أما في كينيا، فإن أوكار النمل الأبيض القديمة والتي ترتفع عن سطح الأرض، تؤمن مواقع لا تطلها الفيضانات، حيث يمكن للأشجار والشجيرات أن تنمو، فيما تنمو الأعشاب بين هذه المواقع، وتشكل ما يُعرف بسفناء النمل الأبيض.

غابات ساحل الهادي:

تمتدّ على طول المحيط الهاديء من غرب وسط كاليفورنيا إلى ألaska، وتساهم تيارات الهاديء الدافئة في إعطاء هذه المنطقة مناخاً لطيفاً على مدار السنة. وتحمل الرياح الدافئة المشبعة بالرطوبة المقبلة من المحيط، كمية كبيرة جداً من الأمطار. •

من مقومات السفناء (السافانا) مناخ حارّ وقحط متواصل على مدار السنة، لا تعكّره سوى فترات قصيرة من الأمطار الغزيرة.

آجام مجذبة، أعشاب جافة ومتينة، بعض أشجار الأفاقيا تتدلى من أغصانها أعشاش الطيور،

ومجموعات من الغزلان تسرح في كل مكان، كل ذلك يعطينا صورة نموذجية عن السفناء الأفريقية.





الغابات والأشجار.



الأحراج شبه القطبية:

تمتد على طول الأطراف الشمالية للغابات الشمالية. ويسود هذه المنطقة مناخ شديد البرودة يتصف بكمية ضئيلة من الهطول وبموسم نمو قصير جداً. وتجبر هذه الشروط المناخية القاسية الأشجار على النمو بشكل متناثر على غرار ما نجده في مناطق السفناء. وتغطي البيسية السوداء في القسم الأكبر من المنطقة، كما تنمو في بعض الأماكن أنواع أخرى من الأشجار الشمالية مثل الحور الزنجراج واللاكس والبتولا البيضاء والبيسية البيضاء. وإلى شمال هذه المنطقة الحرجية تمتد التندرة القطبية الشمالية، حيث لا يستطيع أن ينمو أي نوع من الأشجار.

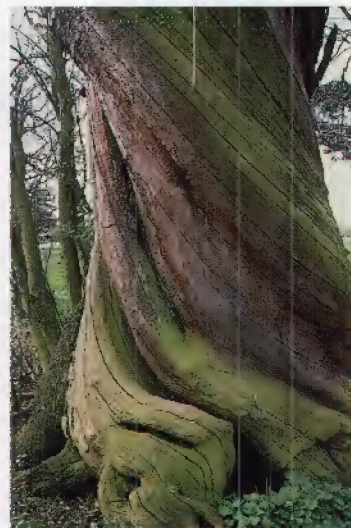
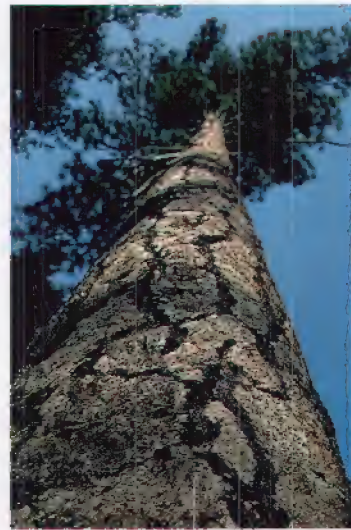
إزالة الأحراج

كان للأنشطة البشرية تأثير هائل في الغابات الحديثة. فمنذ بدأت الزراعة قبل ١١,٠٠٠ سنة تقريباً، والغابات تُقطع لإنشاء المزارع والمدن. وفي القرنين التاسع عشر والعشرين، أزيلت مساحات شاسعة من الغابات بسبب قطع الأشجار للغابات التجارية وبسبب التلوث الصناعي.

و تزال الأحراج اليوم على نحو خطير في المناطق الإستوائية، نتيجة قطع الأشجار لتحضير الأرض للزراعة والصناعة. وحتى أواخر أربعينات القرن العشرين، غطت غابات المطر الإستوائية مساحة، بلغت حوالي ١٦ مليون كيلومتر مربع. لكنها لم تعد تغطي سوى حوالي ١٠ ملايين كيلومتر مربع في أواخر الثمانينات. ويقدر العلماء أن ٢٠ مليون هكتار من غابات المطر الإستوائية، تزال في العالم سنوياً. ويحدث معظم هذا الإتلاف في أميركا اللاتينية وجنوب شرق آسيا.

وفي أماكن أخرى من العالم، يشكل التلوث سبباً رئيسياً لزال الأحراج. فكثيراً ما تطلق المصانع غازات سامة في الجو وفضلات خطيرة في البحيرات والأنهار. ويمكن أن تتحد ملوثات الجو مع المطر أو الثلج، أو أي نوع آخر من الهطول، وتسقط إلى الأرض على شكل مطر حمضي. ويمكن أن تحب هذه الملوثات من نمو النباتات في منطقة معينة، وأن تقضي، في مآل الأمر، على معظم الحياة النباتية فيها. وفي بعض أنحاء من أوروبا، لحق ضرر جسيم بمناطق حرجية خصصت منذ زمن طويل لإنتاج الأخشاب بشكل متواصل، وذلك بسبب التلوث الصناعي. ويهدد التلوث أيضاً الغابات في شرق أميركا الشمالية.

إن إزالة الأحراج الكثير من التأثيرات الواسعة المدى. فعلى سبيل المثال، إن انكماش الأراضي الحرجية يؤدي إلى تراجع كمية الأكسجين التي تطلقها النباتات في الجو بعملية التركيب الضوئي. ويشكل تجدد مخزون الأكسجين عنصراً حيوياً لبقاء الكائنات التي تنفس الأكسجين. أضف إلى ذلك أن كمية ثاني أكسيد الكربون تزداد في الجو، نظراً إلى تراجع كمية ثاني أكسيد الكربون التي تستهلكها عملية التركيب الضوئي. ونتيجة لذلك، تحبس كمية أكبر من حرارة الشمس قرب سطح الأرض، بدلاً من أن تُعكس من جديد في الفضاء. ويعتبر الكثير من العلماء أن هذا التأثير المعروف بتأثير الدفيئة يسبب ارتفاعاً مطرداً في درجات الحرارة، قد يؤدي إلى اختلال الشروط المناخية السائدة على الأرض. وتؤدي إزالة الأحراج أيضاً إلى إزالة مواطن الكثير من الكائنات الحية. وقد أدت إزالة الأحراج إلى انقراض أعداد لا تحصى من أنواع النباتات والحيوانات.



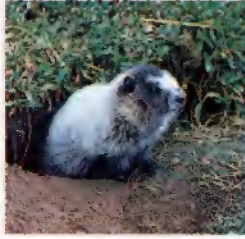
ظلّ المطر: يُشير «ظلّ المطر» إلى الأراضي الجافة التي تقع على جهة الجبال التي تهبّ نحوها الرياح، تلك الجهة البعيدة عن الرياح المسيطرة. تروج ظلال المطر في الأماكن حيث تقع الجبال في موازاة السواحل. عندما تواجه الرياح المشبعة بالرطوبة التي تهبّ إلى الداخل من المحيط، المنحدرات التي تهبّ منها الرياح لسلسلة جبلية، فإنّها تُجبر على الارتفاع. هذه العملية التي تُدعى الرفع التضاريسي تزيد رطوبة الهواء النسبية. تتشكل الغيوم، وسرعان ما يبدأ التساقط مع استمرار الهواء بالارتفاع. وعندما يمرّ الهواء فوق قمة السلسلة ويبدأ بالهبوط، يكون قد جُرد من الرطوبة تقريباً. يصعب على الغيوم والتساقط أن يتشكّلا بسبب الهواء الهابط. مع تحرك الهواء نزولاً على المنحدرات التي تهبّ نحوها الرياح، فإنّه يضغط حينها بثقل الهواء فوق. وهذا يدفع الهواء، وبذلك يُخفّض الرطوبة النسبية. يقع الجزء الشرقي لولاية واشنطن مثلاً، في ظلّ المطر لسلسلة جبال الكاسكاد، وهي منطقة نصف جرداء تستعمل لزراعة الحنطة؛ أمّا الجزء الغربي للولاية، ذو الأمطار الوفرة، ففيه الكثير من الغابات.



التندرة



التندرة منطقة شبه خالية من الأشجار، تمتد بين الشجيرة - منطقة الغابات الصنوبرية في نصف الكرة الشمالي - والمنطقة القطبية. لا يوجد مماثل للتندرة في نصف الكرة الجنوبي لأنه عند العرض نفسه (٦٠ - ٧٠°) لا توجد أرض يابسة في الجنوب.



القوارض: على رغم قسوة المناخ، يمضي الكثير من الحيوانات كامل أيام السنة في منطقة التندرة. تمضي القوارض مثل البيكا (أعلاء، إلى اليسار) واللاموس (إلى اليسار) والمرموط (أعلاء، إلى اليمين) فصل الشتاء الطويل في جحور تحت الأرض.



تتميز التندرة بدرجات حرارة منخفضة (يبلغ المعدل في أدفأ أشهر السنة +١٠° مئوية) وأرض مجلدة معظم أيام السنة. حتى في فصل الصيف القصير، لا يذوب الجليد إلا سطحياً، وتبقى الطبقة السفلية مجمدة بشكل دائم (الجمد السرمدي).

في فصل الشتاء الطويل، يؤدي عمل الثلج والصقيع إلى تكسير الصخور، ما يغيّر من مظهر صفحة الأرض ويجعل نمو النبات صعباً. مع قدوم الربيع، يذوب الثلج ليشكل مناطق سبخية. وبفضل الرطوبة وأشعة الشمس، التي تسطع لوقت أطول في كل يوم، وطوال ٢٤ ساعة في اليوم في أوج الصيف، تكتسي التندرة بغطاء من الطحالب والأشنات. الحياة الحيوانية صعبة في التندرة بسبب فصل الشتاء القاسي والمعتّم.

الإسبات والهجرة:

الثدييات تصبح نائمة، لا أكثر، في فصل الشتاء، ولكن عدداً كبيراً من الحيوانات تصرف الشتاء في الثبات. بعض الحيوانات الأخرى تهجر التندرة في الشتاء، ومنها الزئنة وعدد كبير من الطيور وكل الحيوانات التي تجد غذاءها في الأنهار والبحيرات، التي تتجمّد طوال أشهر كثيرة في السنة. الوشق (إلى اليمين) والثعلب القطبي (إلى أقصى اليمين).



بومة الثلج



التندرة

التندرة منطقة باردة تتميز بغطاء نباتي غير كثيف. ثمة نوعان من التندرة: التندرة الألبية الموجودة في سلاسل الجبال المرتفعة في المناطق القريبة من خط الإستواء والتندرة القطبية الشمالية في المناطق القارية التي تحوط بالبحار القطبية في أقصى الشمال. ويتقاسم النوعان بعض الميزات المشتركة. على سبيل المثال، إن أنواع النباتات في كلا النوعين محدودة العدد. وقد تأقلمت النباتات مع المواسم القصيرة ودرجات الحرارة المنخفضة. ولكن على رغم ذلك هناك اختلافات مهمة بين نوعي التندرة.

التندرة الألبية

يعود انخفاض درجات الحرارة في التندرة الألبية إلى الإرتفاع العالي لا إلى القرب من القطب. برياحها الشديدة وتلوجها وحراراتها المنخفضة والكثيرة التقلب، تشكل التندرة بيئة قاسية للنباتات. التندرة الألبية هي المنطقة الواقعة عند قمم الجبال فوق النطاق الشجري، أي فوق الحد الذي لا ينمو الشجر بعده بصورة مستمرة. هنالك حوالي ١٠ ملايين كم^٢ من هذا النوع من التندرة وتقع في معظمها في المناطق المعتدلة شمال خط الإستواء.

على خلاف التندرة القطبية الشمالية التي تتعرض لأشعة الشمس خلال فترات طويلة في فصل الصيف ولكنها تحرم أشعة الشمس أثناء الشتاء القطبي الطويل، فإن التندرة الألبية تتلقى يومياً بعض الكميات من أشعة الشمس. يستمر الموسم البوتي ٥٠ إلى ١٨٠ يوماً. ويتوقف انتشار النباتات في التندرة الألبية بصورة كبيرة على توزيع الرطوبة وعلى درجة التعرض للرياح في منطقة معينة. في المناطق الأكثر ارتفاعاً التي تذررها الرياح، لا يمكن سوى نباتات صغيرة جداً تدعى الأشنة أن تعلق بالصخور. تحت منطقة نمو الأشنة، تنمو النباتات الوثائية^(١) في المنخفضات الصخرية، مشكّلةً حصيراً متماسكاً يساعد على حمايتها من لسعة الرياح. كما تقوم النباتات، بفضل تركيبها الخاصة، باحتجاز الحرارة. في مناطق التندرة الألبية التي تتمتع بحماية أكبر من الرياح، يمكن نباتات الشعادي^(٢) Sedges والنباتات المزهرة أن تكسو الأرض. كما يمكن أن تنشأ المروج في الأتربة التي تتمتع بتصريف جيد.

للمياه. في المروج الرطبة Bogs وحدها، تكون حالة التربة مماثلة لتلك التي في التندرة القطبية الشمالية الرطبة. معظم النباتات الألبية معمرة، أي إنها تدوم أكثر من موسم بوتوي واحد.

من الحيوانات التي تعيش في مناطق التندرة الألبية الماعز والغنم والمرموط^(٤) وعدد من أنواع الطيور والحشرات.

التندرة القطبية الشمالية

تغطي التندرة القطبية الشمالية مساحة تعادل حوالي عشر مساحة الأرض اليابسة (١٥ مليون كم^٢). وتقع مبدئياً في المناطق القطبية في أقصى الشمال، بين الحدود الشمالية للغابات والمحيط المتجمد الشمالي. في القسم الجنوبي من الأرض، لا توجد في القارة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا) المغطاة بالجليد، مساحات من التندرة الجيدة النمو ولكن تنمو فيها مع ذلك الطحالب^(٥) والأشنة.

في المناطق القطبية الشمالية، تبقى درجات الحرارة في الصيف تحت ١٠° مئوية ويستمر الموسم البوتي ٥٠ إلى ٦٠ يوماً. إن الجمد السرمدي Permafrost، وهو طبقة من الأرض تقع تحت السطح وتكون متجلدة باستمرار، هو أساساً من خصائص التندرة القطبية الشمالية على رغم وجوده أيضاً في التندرة الألبية في أقصى الشمال أو في المرتفعات العالية جداً. يتألف الجمد السرمدي من تربة وتراب وحصى تتجلد عموماً معاً فتشكل كتلة صلبة. ويمكن أن يصل الجمد السرمدي إلى عمق ٤٥٠م. في الصيف، عندما تذوب الطبقة السطحية التي تعلو الجمد السرمدي، تقوم طبقة التربة المتجلدة بمنع المياه من التسرب عبرها. فتتشكل إذاك بركيات وبحيرات ومستنقعات تنمو فيها، خلال الصيف القطبي القصير، بعض النباتات التي تتأقلم بشكل جيد مع هذه البيئة.

تنتشر الأشنة بشكل أوسع في التندرة القطبية منه في التندرة الألبية. في المنطقة القطبية الشمالية، لا تغطي الأشنة الصخور فقط بل الخشب وسطح الأرض أيضاً. لا تنمو في تربة التندرة القطبية المشبعة بالماء سوى نباتات تمتاز بجذور قليلة العمق، مثل الأعشاب والنباتات المزهرة الصغيرة. تمتع عوامل عدة، منها الجمد السرمدي ودرجات

الحرارة المنخفضة والرياح العاتية، نمو الأشجار على أكمل وجه.

إن معظم نباتات التندرة القطبية نباتات معمرة. وقد تأقلمت النباتات مع المناخ القاسي فهي تتمتع بأنسجة حيّة أو جذور تبقى محفوظة في الأرض المتجلدة معظم أيام السنة. عندما يأتي الصيف ويذوب الجليد، تزهّر هذه النباتات في غضون أيام. بعض الأنواع مزود أوراقاً كبيرة جداً تميل نحو الشمس لالتقاط أكبر كمية ممكنة من الضوء. بعضها الآخر مزود ساقاً فارغة مجوّفة تحتجز الحرارة أو غلافاً واقياً. عشبة القمل Lousewort الصوفية مثلاً، عشبة مغلفة بكتلة من الألياف الدقيقة.

تكوّنت التندرة القطبية الشمالية منذ وقت غير بعيد نسبياً - بالمظهر الجيولوجي - عندما بدأت أنهار الجليد^(٧) بالتراجع بعدما بلغ أحدث عصر جليدي ذروته وذلك قبل حوالي ١٨,٠٠٠ سنة. ويستمر الجليد اليوم بتكوين منظر التندرة التي تمتاز أرضها بأشكال غير اعتيادية، منها الپنجو Pingo والمضلعات^(٨). إن الپنجو عبارة عن تلة صغيرة لها نواة جليدية، تتشكل عندما يحبس الجمد السرمدي المياه السطحية فتتجلد بدورها. وبتمدده يدفع الجليد إلى الأعلى طبقة التراب والحصى التي تعلوه. تمتد بعض تلال الپنجو على ٥٥٠م ويصل ارتفاعها إلى ٤٥م. أما المضلعات فتتكوّن عندما يؤدي تجمد التربة ثم ذوبانها إلى تمددها ثم انقباضها مما يؤدي بدوره إلى حدوث شقوق في سطح التندرة. تمتلئ الشقوق بالماء الناتج من ذوبان الثلج ثم يتجلد الماء مشكلاً أوتاراً جليدية عمودية. تكوّن المضلعات المتشابهة على الأرض شكلاً شبيهاً بقرص العسل.

إن الحياة الحيوانية في التندرة القطبية الشمالية، والتي تتضمن الثعالب والذئبة القطبية والذئاب الرمادية والذئبة وثيران المسك^(٩)، هي أغنى بكثير من الحياة الحيوانية في التندرة الألبية. تعيش ملايين الطيور في المنطقة أثناء الصيف وتقتات بالسمك والحشرات مثل الذباب والبعوض.

تعيش بعض الحيوانات في منطقة التندرة على مدار السنة؛ أما بعضها الآخر فيهاجر إليها في الصيف فقط. وقد تكيفت الحيوانات بطرق متعددة مع الحياة في التندرة. لثور المسك، مثلاً، وبر أشعث وطبقة صوفية

تحتية يحميانه من البرد. وللرنة حوافر كبيرة مقوّرة تحميها من الغرق في الثلج أو في التربة الرطبة.

من الحيوانات الشائعة في التندرة، نذكر اللاموس وهو مخلوق صغير يشبه الفأر. يأكل اللاموس المعطى بالفراء، ضعف وزنه من الطعام كل يوم. إن الجهاز الهضمي لدى اللاموس غير فعال، مما يؤدي إلى تحويل ٧٠٪ من الطعام الذي يأكله إلى براز يطرح في تربة التندرة حيث يساعد في تغذية النباتات. يزيل اللاموس الثلج والنباتات الميتة ليصل إلى البراعم أو الفروع الطرية للنباتات الجديدة النامية. فيسرّع هذا من دورة انحلال النبات وتجدهد كما يضيف مواد مغذية إلى التربة.

إن الموارد الطبيعية كالفحم والنفط والغاز الطبيعي قد جذبت الإنسان إلى التندرة القطبية الشمالية. في البدء، لم يكن الإنسان مدرّكاً لطبيعة النظام البيئي السريعة العطب. فقام بإزالة طبقة التربة التي تغطي الجمد السرمدي، الذي سريعاً ما بدأ بالذوبان، ما أدى إلى غرق المنشآت المبنية فوق الجمد السرمدي أو انهيارها. وقامت العربات الثقيلة بالقضاء على النباتات تاركة وراءها أثراً عميقة في الأرض. بسبب عوامل التآكل والتعرية، تصبح بعض هذه الأثار أكثر عمقاً فتشكل أحاديدي^(١٠) ثم تعرض وتتسع فتشكل وهاداً^(١١). إن القضاء على الجمد السرمدي يهدد ببناء الحياة النباتية في التندرة. قام النفط المراق بالقضاء على النباتات وتسرب إلى نظام التصريف الطبيعي. وأدى تلوث الجو الذي مصدره أميركا الشمالية وأوروبا والإتحاد السوفياتي السابق إلى نشر ضباب رقيق فوق منطقة القطب الشمالي. ونظراً إلى ضآلة الهواطل لا يتم جرف المواد الملوثة بسهولة.

تبذل اليوم جهود لحماية التندرة. في سبيل منع الجمد السرمدي من الذوبان، تغطي مواقع المنشآت بطبقة سميكة من الحصى أو تركّز المباني على دعائم تؤمن طبقة عازلة من الهواء في الأسفل. وقد تم رفع خطوط المياه الساخنة وأجزاء من أنابيب النفط التي تمر عبر ألأسكا، على ركائز من الصلب فوق سطح الأرض. سوف يعتمد مستقبل التندرة القطبية الشمالية، حيث من السهل الإخلال بالتوازن البيئي، على طريقة تفاعل الإنسان مع هذه المنطقة السريعة العطب.

(٧) نهر الجليد: كتلة ضخمة من الجليد، تتشكل في المناطق القطبية وفي أعلى الجبال وتندحر ببطء على المنحدرات وفي الأودية.

(٨) المضلعات: ج. مضلع، Polygon وهو شكل هندسي كثير الأضلاع والزوايا.

(٩) ثور المسك: ثور بري جرينلاندي أو أميركي.

(١٠) الأحاديدي: ج. أخمدود، وهو الحفرة المستطيلة.

(١١) الوهاد: ج. وهد، وهو واد صغير ضيق شديد الانحدار.

(١) الموسم البوتي: الموسم الذي تعيش فيه النباتات وتنمو.

(٢) النباتات الوثائية: تشكل سطحاً ليّناً كالوسادة.

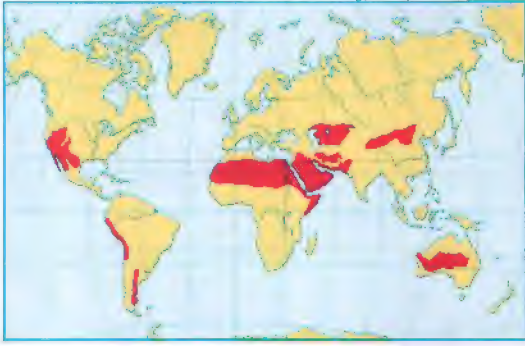
(٣) الشعادي: نبات عشبي ينمو في المستنقعات.

(٤) المرموط: حيوان من القوارض.

(٥) الطحالب: ج. طحلب، وهو نبتة صغيرة لها ساق بسيطة والكثير من الأوراق الصغيرة.

(٦) التربة: طبقة الأرض الواقعة تحت التربة مباشرة.

الصحاري



في الأمريكتين، هناك الحوض الكبير وصحاري موهافي وسونورا وتشيووا وجراند كانيون وياتاجونيا وأتاكاما ونذكر أخيراً الصحراء الكبرى الاسترالية. الصحاري مناطق قاحلة ولاضبابية لها مظاهر مختلفة وتتميز بكمية مطر سنوية لا تتجاوز ٢٥٠ ملممترًا. نظراً إلى صفاء السماء وخلوها من السحب، تمتص الأرض ٩٠٪ من حرارة الشمس، ما يجعل درجات الحرارة مرتفعة جداً في النهار. في الليل، تفقد الحرارة ويمكن لدرجات الحرارة أن تنزل تحت الصفر.



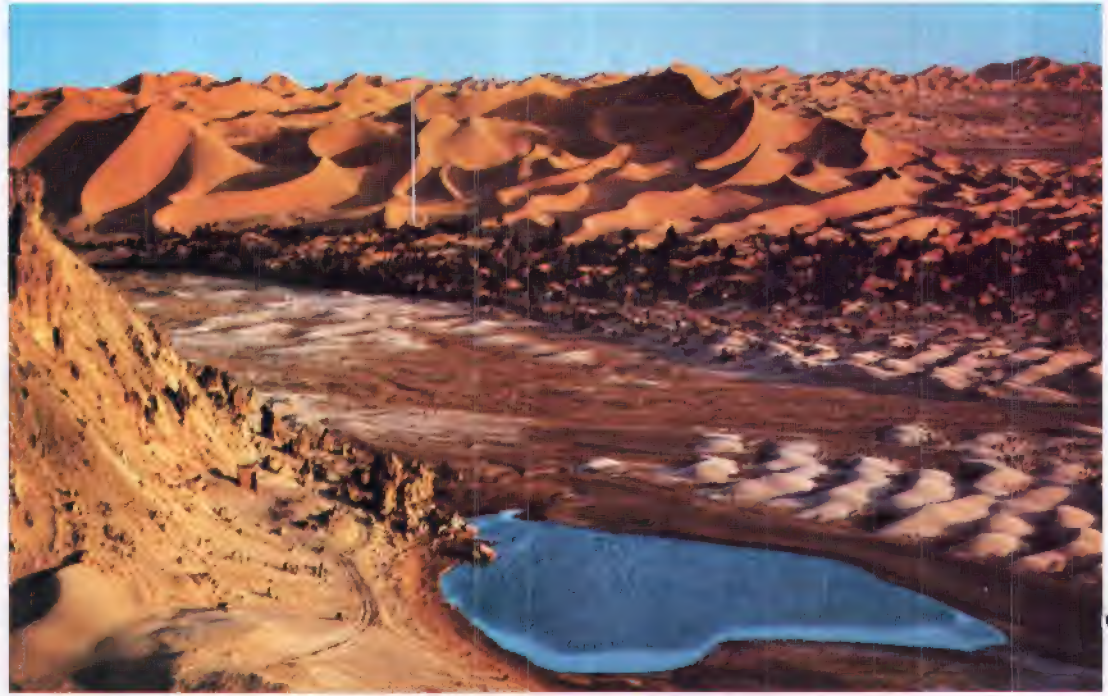
الصحراء المزهرة: تحول

الأمطار الكثيفة الصحراء، لمدة قصيرة، إلى حديقة غناء، فتفتتح الأزهار المتعددة اللون على النباتات الغضة وتُفْرِخ البذور التي سببت ربما سنين عدة.

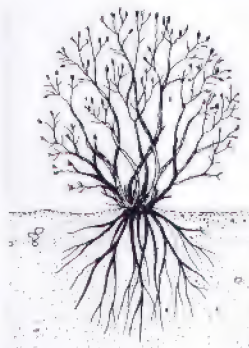
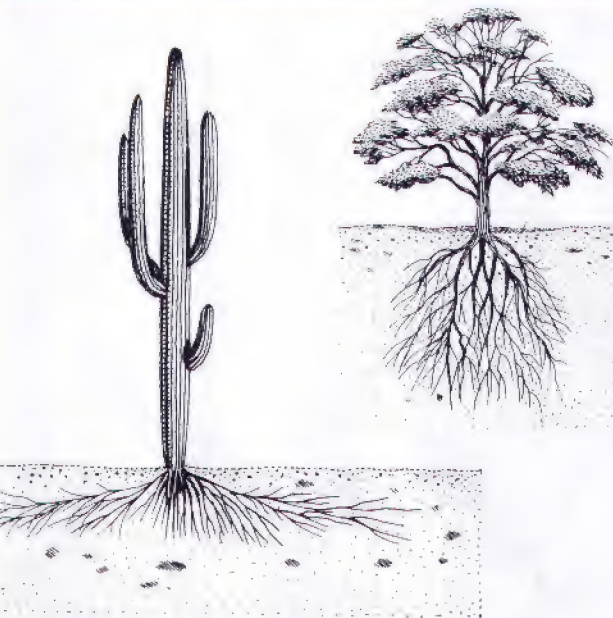
اليمن) وصحراء كالاهاري وصحراء ناميبيا. في آسيا، نجد الصحراء العربية وصحراء تركستان وصحراء جوبي وصحراء تار الهندية ونكلا ماكان الصينية.



تتوزع الصحاري على طول قطاعين متقطعين، أحدهما إلى شمال خط الاستواء والآخر إلى جنوبه، وهي توجد، عموماً، في المناطق الداخلية من القارات. تضم أفريقيا الصحراء الكبرى (أدناه، إلى



ساهمت عوامل عدة في تكوين الصحاري، لكن الجفاف هو دون شك أهمها. والجفاف نتيجة مباشرة لتوزيع الكتل الهوائية التي تحمل الرطوبة وتشرها في شكل مطر. على سبيل المثال، إن مناطق الضغط المرتفع التي تشكل فوق الصحاري الحارة، تتسبب بنشوء تيارات من الهواء الحار تمتص الرطوبة بدلاً من توفيرها. في الصحاري الساحلية في البيرو والتشيلي (أميركا الجنوبية) وناميبيا (أفريقيا)، تكثف التيارات القطبية الجنوبية الباردة الرطوبة في شكل سحب بعيدة عن الشاطئ لا تعود على اليابسة بكمية تذكر من المطر. في حالات أخرى، تسد سلاسل جبلية عالية الطريق أمام الرياح الرطبة الآتية من البحر، كما في الصحاري الآسيوية الباردة.

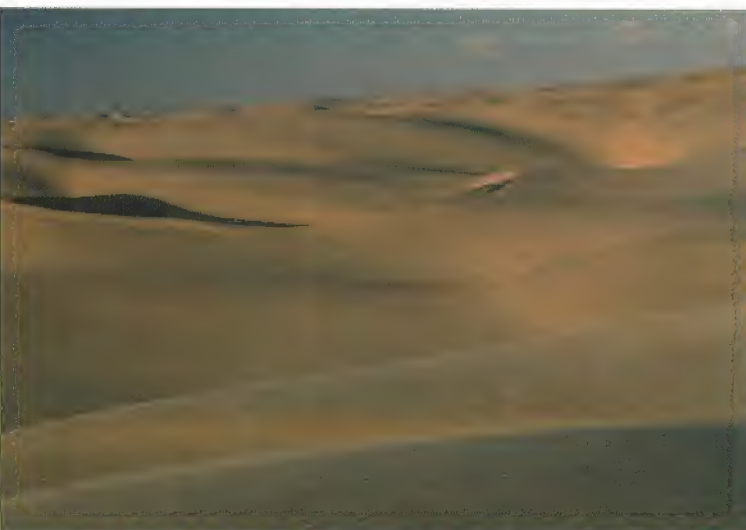


النبات: طورت النباتات

تكيفات عدة لمواجهة الجفاف. بعض النباتات الصحراوية مزودة نظاماً جذرياً ضخماً يسمح لها بجمع أقصى كمية ممكنة من الماء، بعضها الآخر يخزن الماء في جذوره ودرناته؛ وتجمع النباتات اللحيمية الماء في أنسجتها، فيما تخزن نباتات أخرى الماء في أوراقها الشمعية.



صنار منتفخ
بماء (إلى اليسار)
وصنار عادي
الشكل



الصحاري

يستخدم الناس الصفات «حارّة»، «جافّة» و«فارغة» لوصف الصحاري، لكنّ هذه الكلمات لا تخبر القصة بكاملها. رغم أنّ بعض الصحاري حارّة جداً مع درجات حرارة نهاريّة تصل إلى ٥٤° مئوية، فإنّ في بعض الصحاري الأخرى فصول شتاء باردة أو هي باردة كلّ السنة. كلّ الصحاري قاحلة أو شديدة الجفاف؛ ويهطل المطر على بعضها بندرة، كلّ خمسين سنة. ورغم هذا، تختطف الفيضانات المفاجئة في الصحاري أرواحاً أكثر ممّا يفعل العطش. ومعظم الصحاري بعيداً عن كونها فارغة وخالية من الحياة، مأوى للكثير من النباتات والحيوانات.

يتفق معظم الخبراء على أنّ الصحراء منطقة من الأرض تستقبل ٢٥ سم أو أقلّ من المطر في السنة. تتجاوز كمية التبخر فيها بشكل كبير كمية المطر السنوي الهاطل. في كل الصحاري، هناك القليل من الماء متوفّر للنباتات والحيوانات.

تغطّي المناطق الصحراوية أو القريبة من الصحراوية أكثر من ٤٩ مليون كم^٢ أو حوالي ثلث مساحة اليابسة على الأرض، حيث تعيش بليون نسمة تقريباً أي خمس سكّان الأرض.

بعض الصحاري جبلي، وبعضها الآخر امتدادات جافّة من الصخر والرمل والمنبسّطات الملحّة.

أنواع الصحاري

منذ آلاف السنين، كان طقس الصحاري أكثر اعتدالاً ورطوبة من العصر الحالي، حيث الجفاف والقساوة، بدليل وجود آثار حيوانات وقبور وفؤوس حجرية.

يمكن تقسيم صحاري العالم إلى خمسة أنواع: شبه الإستوائية، الساحلية، ظلّ المطر، الداخلية والقطبية، وذلك حسب أسباب جفافها. يقع معظم الصحاري على امتداد مدار السرطان بين الدرجتين ١٥ و ٣٠ شمال خطّ الإستواء، أو على امتداد مدار الجدي بين الدرجتين ١٥ و ٣٠ جنوب خطّ الإستواء.

الصحاري شبه الإستوائية: تسببها أشكال دوران الهواء في غلاف الأرض الجوّي. يرتفع الهواء الحارّ والرطب قرب خطّ الإستواء، فيبرد ويهطل رطوبته على شكل أمطار استوائية غزيرة. يتعدّ الهواء الأبرد والأجفّ بعيداً عن خطّ الإستواء. عندما يصل إلى جوار المناطق شبه الإستوائية قرب مداري السرطان والجدي، يهبط الهواء ويدفأ. يعرقل الهواء الهابط تشكيل الغيوم، فلا يهطل إلّا مطر قليل على الأرض تحته. أكبر صحاري العالم الحارّة هي الصحراء الكبرى شمال أفريقيا (شبه استوائية) ولها مساحة الولايات المتحدة تقريباً. الصحاري شبه الإستوائية الأخرى هي صحراء كالاهاري في جنوب أفريقيا وصحاري أستراليا.

الصحاري الساحلية: تنشأ بشكل عام عن تيارات المحيط الباردة المتحرّكة على طول الساحل. يخلق الهواء الذي يهب باتجاه الشاطئ والذي تبرّد ملامسة المياه، طبقة من الضباب التي تُنقل إلى اليابسة، رغم ارتفاع نسبة الرطوبة، فإنّ الاضطرابات الجوّية التي تخلق المطر في العادة غير موجودة. قد تكون الصحراء الساحلية عديمة المطر تماماً تقريباً، ولكنها في غالب الأوقات ضبابية. صحراء أتاكاما في التشيلي هي صحراء ساحلية، إنّها إحدى أجفّ صحراء على وجه الأرض، في بعض المناطق منها، وهي مغطاة في غالب الأوقات بالضباب، لكنّ المطر بالكاد يمكن قياسه.

صحاري ظلّ المطر: توجد صحاري ظلّ المطر قرب

السفوح التي لا تواجه الرياح السائدة في بعض سلاسل الجبال. عندما يصادف الهواء الموسوق بالرطوبة سلسلة جبال، يُجبر على الارتفاع، فيبرد، ويُسقط رطوبته على السفوح المواجهة للرياح. وعندما يتحرّك الهواء، ويبدأ بالهبوط على السفوح غير المواجهة للرياح لا يتبقّى سوى القليل من الرطوبة. يجعل الهواء الهابط الأمر صعباً على الغيوم والمطر كي يتشكّلا. توجد صحاري ظلّ المطر غالباً في هذه الظروف القاحلة، مثل صحاري باتاجونيا في جنوب الأرجنتين بسبب وجودها قرب السفوح غير المواجهة للرياح، وهي السفوح الشرقية لجبال الأنديز.

الصحاري الداخلية: توجد الصحاري الداخلية القائمة في قلب آسيا وفي عمق بعض القارّات الأخرى، بسبب عدم وصول أيّة رياح موسوقة بالرطوبة إليها. مثلاً، تقع صحراء جوبي في وسط آسيا على بعد مئات الكيلومترات من المحيط. والرياح التي تصل إلى صحراء جوبي فقدت رطوبتها منذ مدّة طويلة.

الصحاري القطبية: تصنّف أجزاء من المنطقتين القطبيتين (أركتيكا وأنتاركتيكا) على أنّها صحاري. تسمّى المناطق المتجمّدة التي تتلقّى سنوياً أقلّ من ٢٥ سم من المطر صحاري قطبية. إنّها تحتوي كتيّبات هائلة من الماء، لكنّ معظم الرطوبة مسجونة في الجليد على طول السنة. وهكذا لا يتوافر إلّا القليل من الماء للنباتات والحيوانات، كما في الصحاري الحارّة.

خصائص الصحراء

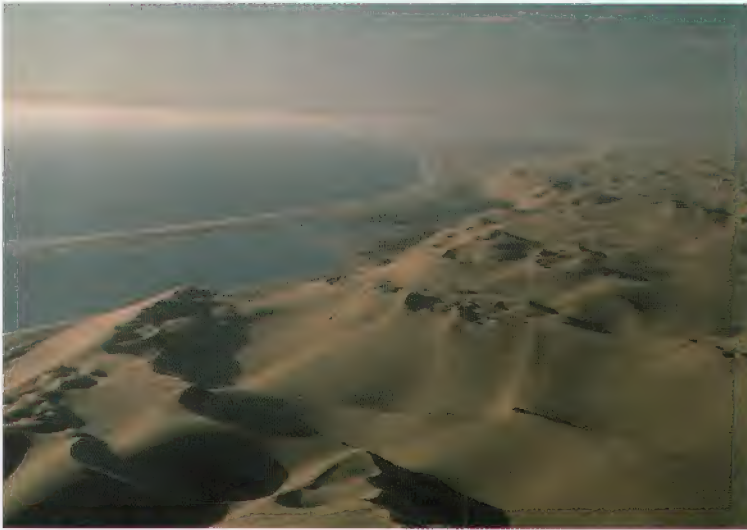
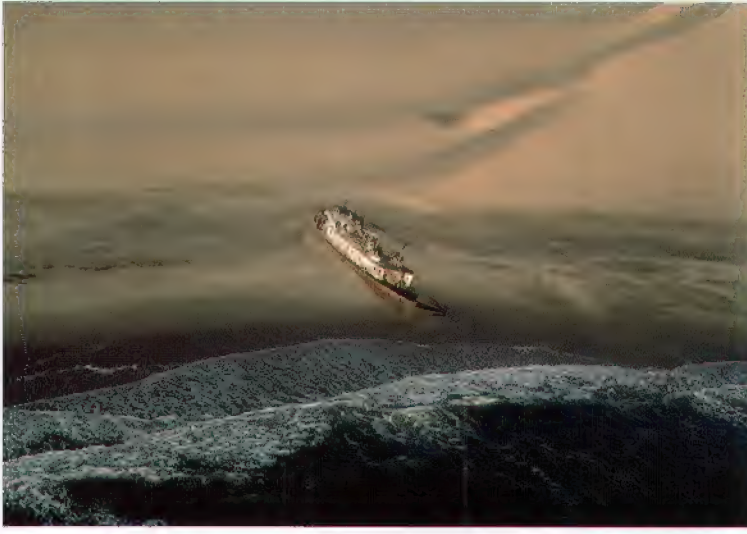
الرطوبة، بخار الماء في الهواء، تقارب الصفر في معظم الصحاري. يتبخّر المطر الخفيف غالباً في الهواء الجافّ دون أن يصل إلى الأرض. تأتي العواصف المطريّة أحياناً على شكل وابل عنيف (٣٥ سم من المطر في الساعة).

تكون الرطوبة عادة منخفضة جداً في الصحاري التي لا يوجد فيها ما يكفي من بخار الماء ليشكّل غيوماً. تشقّ أشعة الشمس طريقها خلال سماء صافية، وتحرق الأرض التي تسخن الهواء لدرجة يرتفع معها في موجات يمكنك أن تراها حقاً. هذه الموجات المومضة تترك العين، فتجعل المسافرين يشاهدون صوراً مهتزة تسمّى سراًباً.

درجات الحرارة القصوى هي من خصائص معظم الصحاري. وهي ترتفع في بعض الصحاري إلى درجة يموت فيها الناس من الحرق. في الليل، تبرد هذه المناطق بسرعة بسبب حاجتها للعزل الذي تؤمّنه الرطوبة والغيوم. يمكن لدرجات الحرارة الهبوط إلى ٤° مئوية أو أقلّ.

تندفع رياح بسرعة تصل إلى حوالي ١٠٠ كم في الساعة أو أكثر غير بعض الصحاري. بوجود نبات وأشجار قليلة لتصدّها، يمكنها أن تحمل الرمال والغبار عبر القارّات. تقذف العواصف الريحية في الصحراء الكبرى الكثير من المواد في الهواء حتّى أنّ الغبار الأفريقيّ يعبر المحيط الأطلسيّ أحياناً، ويصطبغ غروب فلوريدا بالأصفر.

يندهش زائرو الصحاري لأوّل مرّة بالمنظر غير الاعتياديّة، التي قد تضمّ كتيّبات لها أشكال النجوم وقممًا شاهقة عارية وتشكيلات مسطّحة السطوح وودياناً مصقولة بنعومة. تختلف هذه المعالم عن تلك الموجودة في مناطق أوط، والتي تكون غالباً مصقولة بطاافة بواسطة المطر الإعتيادي، وتلفّها النباتات الغنيّة.



يملك بعض نباتات الصحراء مثل الصبار أنظمة جذور ضخمة وواسعة الامتداد. تمتص النباتات الماء بسرعة بعد عاصفة، وتخزنه في خلاياها. يتمدد صبار ساجارو^(٦) مثل الأكواديون^(٧) ليخزن الماء في خلايا جذوعه وأغصانه، ويمكنه استيعاب مئات الليترات من المياه.

لبعض النباتات الصحراوية الأخرى جذور عميقة جداً. يمكن للجذور شجرة المسكيت^(٨)، مثلاً، أن تصل إلى المياه الواقعة على أعظم من ٣٠ متراً تحت الأرض.

الكثير من نباتات الصحراء حول أي يعيش لفصل واحد فقط. قد تبقى بذورها مسيئة^(٩) لسنوات خلال فترات جفاف طويلة. عندما يأتي المطر في النهاية، تنبت البذور بسرعة. تنمو النباتات وتزهر وتنتج بذوراً جديدة وتقوم، وذلك في فترة قصيرة من الزمن عادة. يمكن لمطر نافع أن يغيّر صحراء إلى أرض عجائب من الزهور بين ليلة وضحاها.

لقد تكيفت عدة أنواع من الحشرات والزواحف والطيور والثدييات مع بيئة الصحراء. ويتجنب بعضها الشمس عن طريق الراحة في الظل النادر. وتتجنب عدة حيوانات الحمار مثل سلحفاة الصحراء في جحور باردة تحفرها في الأرض. يحمي ترش السلحفاة السميك الحيوان الذي في داخله، ويخفف من خسارة المياه. طورت أنواع أخرى مثل الضؤنذر^(١٠) وبعض أنواع العظايا وسائل لرفع أنفسها عن الرمل الحار، فيما هي تنتقل عبر الإلتواء أو القفز أو عبر الإلتقال بسرعة على أرجل ممدودة.

وقد تسافر حيوانات الصحراء مسافات طويلة لتجد الماء، أو قد تحصل على الماء من الطعام الذي تتناوله. يشرب جرد الكنغر الصغير القليل من الماء أو حتى لا يشرب أبداً، يحصل على رطوبته من النباتات والحشرات والبذور التي يتناولها.

الجمال هي أيضاً مقصودة في استخدام الماء، إنها لا تخزن الماء في حدياتها، كما طرّف الناس قديماً، بل تخزن الدهن. خلال نقص في الماء أو الطعام، تلجأ الحيوانات إلى هذا الدهن. تندمج ذرات الهيدروجين في الدهن مع الأكسجين الذي تننفسه الجمال فيتشكل الماء. وقد تكيفت الجمال بطرق أخرى مع حرارة الصحراء بواسطة فرائها القصيرة التي تساعدها على حجب حرارة الشمس. ومع أقدامها العريضة ذات الخفوف السمكية، تمشي الجمال بسهولة على الرمل المتغير.

أهل الصحراء

يتكلم الكثيرون من سكان الصحراء على عادات عمرها قرون، ليجعلوا حياتهم مريحة قدر الإمكان. فليس الكثير منهم في الشرق الأوسط الحار والجاف، أثواباً طويلة من أقمشة فضفاضة طويلة الأكمام وتصل إلى القدمين، وغالباً ما تكون بيضاء فتحمي كلّ الجسد باستثناء الرأس واليدين من الشمس.

تساعد المياه على نحت الأراضي الصحراوية. خلال عاصفة مفاجئة، تطوف المياه بالأرض الحافة التي قشها الحر، فتجمع الرمال والصخور وغيرها من المواد غير الثابتة، وذلك أثناء جريانها. فيما تصحب المياه الموحلة نزولاً، تحفر أقبية عميقة تسبّي نهيرات أو جداول. ويمكن لعاصفة رعدية، وغالباً ما تكون بعيدة جداً كي تُرى أو تُسمع، أن ترسل سيلاً جارفاً من الماء عبر جدول جاف. يمكن لهكذا طوفان محلي أن يجرف كل شيء وكلّ إنسان في طريقه.

تحت المياه والرياح الصخر مع الوقت، وأحياناً تنحت الصخور الأكثر مقاومة إلى أشكال تشبه الطاولات مثل المسات^(١١) Mesas والبتات^(١٢) Buttes. في أسفل هذه النجود^(١٣)، تلقي المياه حملها من الحصى والرمل والطين مشكّلة ترسبات منتشرة تسمى المراح الطميّة. لا تملك الكثير من الصحاري أيّ تصريف للمياه إلى المحيط. تتجمع مياه الأمطار في انخسافات كبيرة تسمى الأحواض. تتبخر البحيرات الضحلة تدريجياً بعد أن تكون قد تشكّلت، فتترك بلايات Playas، أي أحواض بحيرات مالحة السطوح.

الرياح هي النحات الرئيسي لتلال الصحراء الرملية المسماة كتياناً. فيما تتراكم الرمال خلف عوائق مثل الجلاميد^(١٤) والشجيرات، تبنى الرياح كتياناً قد تصل في ارتفاعها إلى ١٨٠ متراً، التي تنتقل بشكل دائم مع الريح. إنها تنتقل في العادة بضعة أمتار سنوياً، لكنّ عاصفة ريحية قوية يمكنها أن تنقل كتياناً عشرين متراً في يوم واحد. قد تدفن الكتيان كل شيء في طريقها، الصخور والحقول وحتى البلدات.

مياه الصحراء

ليس المطر المصدر الوحيد لمياه الصحراء. ترتفع مياه باطن الأرض إلى السطح الجاف أحياناً، فتشكل ينابيع ومنزّات^(١٥). قد توجد قرب هكذا مصدر بقعة خضراء خصبة تسمى واحة. تنقّط حوالي ٩٠ واحة رئيسية مسكونة الصحراء الكبرى. تغذي هذه الواحات بعض أكبر مصادر الماء الباطني في العالم. تجري أنهار تتبع في مناطق بعيدة وأكثر رطوبة عبر بعض الصحاري، فيقطع نهر كولورادو، مثلاً، صحراء سونوران في أميركا الشمالية. تنمو نباتات غنية تضم أعشاباً وأشجاراً قرب هذه الأنهار، فتشكل واحات مستطيلة جداً، تؤمن للناس وللحيوانات الأخرى الطعام والماء والمأوى.

الحياة في الصحراء

تنمو النباتات في الصحراء متباعدة بشكل واسع، وذلك كي تحصل على أكبر كمية ممكنة من الماء النادر المحيط بها. يعطي هذا التباعد بعض المناطق القاحلة ونصف القاحلة مظهراً متوحداً. نبات الصحراء جافوفي Xerophytic من كلمتين يونانيتين تعنيان «جاف» و«نبات». تركيب النباتات الجافوفية مكيف بعدة طرق للحصول على الماء والإحتفاظ به.

(١) المسات: هضاب مستوية السطوح متحجرة الجوانب.

(٢) البتات: هضاب منخفضة شديدة الإنحدار.

(٣) النجد: سهل واسع مرتفع.

(٤) الجلاميد: (ج. جلمود) صخر ضخم أكسبه المياه أو الأحوال الجوية شكلاً مدوّراً.

(٥) المنزّات: (ج. مزّة) بقعة ينز منها الماء من تحت الأرض مشكّلة بركة عادة.

(٦) صبار ساجارو: صبار ضخم مع جذع سميك وشوكي وأزهار بيضاء، يعيش في جنوب غرب الولايات المتحدة وشمال المكسيك.

(٧) الأكواديون: آلة موسيقية قابلة للطي والامتداد.

(٨) المسكيت: نبات شائك.

(٩) مسيئة: في طور الشتات أي في فترة تعتمد فيها النشاط الحيوي.

(١٠) الضؤنذر: نوع من الأفاعي المجلجلة.

(١١) الطوارق: هم بدو مسلمون جامبو الأصل واللسان منتشرون في الأرجاء الوسطى والغربية من الصحراء الكبرى.

(١٢) المصبعة: شبكة قضبان متصالية.

تعكس الأتواب البيضاء ضوء الشمس؛ وكونها فضفاضة، يسمح للهواء البارد بالجريان عبر الجلد. ويلفّ بدو الطوارق^(١١) في الصحراء الكبرى قطعاً طويلة من القماش بشكل فضفاض حول رؤوسهم وغير جزء من وجوههم، للاحتماء من الريح، والرمل، والحرارة والبرد.

يعيش بدو العراق في خيم من القماش المنسوج بشكل فضفاض، ما يمنع الشمس ويدع في الوقت نفسه النسائم الباردة من الدخول. ويتنقل البدو بشكل دائم كي تحصل قطعانهم من الحراف والماعز على الماء والكلأ.

ويتكلم الناس في بعض المناطق الحافة مثل مصر وأجزاء من كاليفورنيا، تسهلاً لحياتهم، على مصادر مجلوبة من مناطق أخرى، تُضخّ المياه في أنابيب من مناطق أرطب، ويُشحن الطعام من مزارع بعيدة. تروى مناطق واسعة من التربة الخصبة في الصحراء من مياه تُضخّ من مصادر تحت الأرض، أو تحضر عبر أقبية أو أقبية جز من أنهار وبحيرات بعيدة.

جعل النقل الجوي وتطوّر التكييف الهوائي الطقس المشمس للمصحاري ذات الشتاء الدافئ، أسهل منالاً وأكثر جاذبية لسكان المناطق الأبرد طقساً، ما خلق منتجعات مثل تلك التي في بالم سبرنجز في ولاية كاليفورنيا. وتجذب الحدائق الصحراوية مثل «مغلّم وادي الموت الوطني» Death Valley National Monument في جنوب غرب الولايات المتحدة، آلاف الزوّار سنوياً.

الصحاري الإنتشارية

تساعد النشاطات الإنسانية غالباً في توسّع

الأراضي الصحراوية. مع الوقت، يمكن للزراعة ورعي القطعان بطرق طائشة أن يدمر الأراضي المعشوشبة والسريعة الزوال عند أطراف صحراء ما، كما يحصل في منطقة «الساحل» في أفريقيا الشمالية. إن تدمير الأراضي المعشوشبة عبر الرعي الزائد وقطع الأشجار للتدفئة يترك الأرض عارية. وبدون وجود نبات ليضبط التربة ويمسك الماء، قد تصبح الأراضي المعشوشبة صحاري.

وفي صحراء تنجر في الصين، طوّر الباحثون طريقة أخرى للتحكم بالكتبان الناهية. يثبتون الرمل المنجرف بواسطة شبكة من أسوار القشّ شبكية بالمصبعة^(١٢). يُقحم القشّ جزئياً في الرمل، فيخلق شكلاً من المرتبات الصغيرة حول أطراف الكتبان. تحطّم الأسوار الناجمة عن ذلك قوة الرياح على مستوى الأرض، فتمنع حركة الكتبان عن طريق إبقاء الرمل ضمن مرتبات المصبعة.

يمكن لتحسين طرق الزراعة وتحديد عدد الحيوانات الراعية أن يساعد في إعطاء تصحر الأراضي الغنية.

المواطن الطبيعية الفريدة

في الأدب وفي الأساطير، توصف الصحاري غالباً بأنها أماكن عدوانية يجب اجتيازها. واليوم، وفي عالم تزداد كثافة سكانه، تقدّم هذه المناطق مدى واسعاً، تربة غنية أحياناً، مياه باطنية، بترولاً، وموارد طبيعية أخرى. يقوم بعض الدول بمشاريع رّي باهظة التكاليف لجعل الأراضي الصحراوية صالحة للاستخدام البشري. وبالإضافة إلى الموارد التي تقدّمها الصحاري، فإنها أجزاء فريدة وجذابة من العالم الطبيعي.

الاقتصاد هو دراسة كيفية إنتاج السلع والخدمات وتوزيعها. وتشمل عبارة «السلع والخدمات»، بالنسبة لعلماء الاقتصاد، كل ما يمكن شراؤه وبيعه. وأما كلمة «إنتاج»، فهي تعني عملية تحويل السلع والخدمات وصناعتها. كما يُقصد بكلمة «توزيع»، الطريقة التي يتم بها تقسيم السلع والخدمات بين الناس.

إنَّ الناس بمعظمهم يرغبون بالحصول على أكثر ممَّا يمكنهم شراؤه. فالعائلة التي تشتري غرضاً ما، قد لا تتمكَّن من شراء غرض آخر كانت ترغب في الحصول عليه. وينطبق هذا الأمر أيضاً على الدول. فسواء كانت الدولة غنية أو فقيرة، فإنَّ سكانها يتطلعون بمعظمهم إلى ما يفوق إمكاناتهم الماديَّة. فهم يريدون مدارس أفضل، وعدداً أكبر من المنازل، وجيشاً أقوى. وهنا، يدرس علم الاقتصاد كيف تُصنع الأشياء التي يحتاجها الناس ويريدونها، وكيف تصل إليهم. كما يدرس كيفية اختيار الدول واختيار الناس مشترياتهم من بين الأشياء الكثيرة التي يرغبون بها.

في كلِّ البلدان، تكون الموارد المستعملة لإنتاج السلع والخدمات قليلة جداً. فما من دولة تملك كفايتها من المزارع والمصانع والعمال، لكي تنتج كلَّ ما تحتاج إليه. والمال نادر أيضاً. فقليلون هم الأشخاص الذين يملكون ما يكفي من المال لشراء كلِّ ما يريدونه، وفي الوقت الذي يريدون. لذلك، عليهم، وحيثما وُجدوا، أن يختاروا أفضل الوسائل الممكنة، لاستعمال مواردهم وأموالهم. فالأولاد يختارون بين الذهاب إلى السينما أو شراء الهامبرغر. ويختار مالكو المحالِّ التجارية، بين إنفاق مدَّخراتهم في عطلة صيفية أو شراء المزيد من البضائع للمتاجرة بها. وقد يكون على الدولة أن تختار بين استعمال الضرائب لشقِّ طرق جديدة أو بناء المزيد من الغواصات. إذن، وبحسب المفهوم الاقتصادي، لا بدَّ لكلِّ من الأولاد وأصحاب المحالِّ التجارية وللدولة أيضاً، أن يقتصد حتى يتمكَّن من تلبية أكثر الحاجات والرغبات أهمية بالنسبة له. وهذا يعني محاولة استعمال الموارد التي يملكها، في إنتاج السلع والخدمات الأشدَّ إلحاحاً في نظره.

المشاكل الاقتصادية

على كلِّ دولة أن تنظِّم إنتاج وتوزيع السلع والخدمات التي يريدها الشعب، وبالتالي يجب أن يسعى اقتصادها إلى حلِّ مشاكل أربع أساسية: أولاً: ما هو نوع الإنتاج؟ ثانياً: كيفية إنتاج السلع والخدمات؟ ثالثاً: من هي الجهة المستفيدة من السلع والخدمات؟ رابعاً: بأيَّ سرعة يجب أن ينمو الاقتصاد؟

ما هو نوع الإنتاج؟ لا توجد دولة قادرة على إنتاج ما يكفي من السلع والخدمات لتلبية حاجات شعبها. والسؤال هو: أيُّ سلع وخدمات هي أكثر أهمية من غيرها؟ هل يجب أن نزرع القمح أم الذرة؟ وماذا ننتج في مصانعنا: صواريخ أم أجهزة تلفزيونية؟

كيف سيتم إنتاج السلع والخدمات؟ هل ستقوم كلُّ عائلة بإنتاج ما يكفيها للأكل وتلبس، أم يجب تطوير صناعات متخصصة، لتأمين هذه المنتجات؟

وهل يجب تشغيل عدد كبير من العمال في الصناعة، أم تُترك الآلات مهمة القيام بالأعمال المتعددة؟

من سيستفيد من السلع والخدمات؟ هل تُوزَّع على الجميع بالتساوي؟ وأيُّ فئة من السلع والخدمات يجب أن تخصص لمن يستطيع شراؤها فقط؟ وأيُّ فئة يجب أن تُوزَّع بطريقة أخرى مختلفة؟

بأيَّ سرعة يجب أن ينمو الاقتصاد؟ ينمو الاقتصاد عندما يتم إنتاج السلع والخدمات بوتيرة متصاعدة. وعلى كلِّ دولة أن تقرِّر أيَّ نسبة من مواردها القليلة، سوف تستعملها لبناء المصانع والآلات وتأمين المزيد من التعليم للأجيال الصاعدة، الأمر الذي سيؤدِّي إلى زيادة الإنتاج في المستقبل. كذلك يجب أن تقرر الدولة، نسبة الموارد التي سيتم توزيعها في إنتاج خدمات وبيع استهلاكية، وأيضاً كيفية تجنُّب مشكلة البطالة وبقية المشاكل الاقتصادية التي تتسبب بهدر مواردها.

كيف ينمو الاقتصاد؟

يجب أن ينمو الاقتصاد لكي يؤمِّن للناس مستوى معيشة أفضل، أي حتى يوفِّر لهم السلع والخدمات بكمية أوفر ومجودة أكبر. وفي الإجمال، كلما تزايدت سرعة النمو الاقتصادي لبلد ما، كلما ارتفع بسرعة أكبر، مستوى معيشة أفرادها.

تنمية الاقتصاد: العناصر الأساسية لإنتاج السلع والخدمات، وتسمى أيضاً موارد الإنتاج، هي أربعة: ١- الموارد الطبيعية، ٢- رأس المال، ٣- اليد العاملة و٤- التقنية.

الموارد الطبيعية بالنسبة لعلماء الاقتصاد هي، الأرض والمواد الخام، كالمعادن والمياه وأشعة الشمس. أما رأس المال فيمتصُّ من المصانع والأدوات والمون والتجهيزات. ويدلُّ تعبير «رأس المال» أيضاً على النقد الذي يمكن استعماله لشراء هذه المكونات. كذلك تشير كلمة اليد العاملة إلى الأفراد الذين يعملون أو يسعون للعمل، وإلى مستوياتهم العلمية ومهاراتهم. أما المقصود بالتقنية فهو الأبحاث والاختراعات العلمية والمهنية.

ولكي ينمو اقتصاد بلد ما، عليه أن يزيد من موارده الإنتاجية، أو أن يحسِّن أساليب استعمالها. وعلى سبيل المثال، يمكن أن يستعمل البلد حتى ينمو اقتصاده، بعض موارده لبناء المصانع والتجهيزات الثقيلة والسلع الإنتاجية الأخرى، الأمر الذي يمكنه من زيادة إنتاجه في المستقبل. كذلك يمكن اللجوء إلى تدريب العلماء والعمال والإداريين لاستنباط تقنيات جديدة وإدارة الإنتاج مستقبلاً. وتسمى المعرفة التي يكتسبها هؤلاء الأشخاص، برأس المال البشري. ويمكن للتقنيات الجديدة، إلى جانب تنمية رأس المال البشري، أن تزيد من الإنتاجية، وبالتالي يمكن الحصول على مزيد من السلع والخدمات مقابل كلِّ وحدة من الموارد التي يتم استهلاكها في الإنتاج.

قياس النمو الاقتصادي: إنَّ الناتج القومي الخام لأيِّ بلد، هو قيمة السلع والخدمات الإجمالية المنتجة فيه لفترة سنة. ويتم قياس النمو الاقتصادي بقياس التغيير في الناتج القومي الخام، خلال عدد من السنوات.

أنواع الأنظمة الاقتصادية

تمَّ تطوير أنواع مختلفة من الأنظمة الاقتصادية

معمل فولاذي في منطقة نوفا سكوشا في كندا

بنتيجة مقارنة الدول مشاكلها الاقتصادية الخاصة، كل على طريقته. غير أن الأنظمة الاقتصادية للدول كلها هي مزيج من نموذجين اقتصاديين أساسيين: ١- النظام الرأسمالي - ٢- الاقتصاد الموجه.

ينادي النظام الرأسمالي بالملكية الفردية للمشاريع الكبرى، وحرية الأفراد في إدارة هذه المشاريع. وقد تم بناء الكثير من الأنظمة الاقتصادية على مبادئ النظام الرأسمالي. وتسمى هذه الأنظمة باقتصاد المبادرة الحرة أو اقتصاد السوق الحر، لأنها تسمح للأفراد بأن يقوموا بالنشاطات الاقتصادية، بعيداً عن رقابة الدولة. غير أنه، حتى في هذه الدول، تملك الحكومة بعض الأراضي ورأس المال، وتمارس رقابة جزئية على الاقتصاد.

كان عالم الاقتصاد الاسكتلندي آدم سميث، أول من حدد في القرن الثامن عشر مبادئ النظام الرأسمالي. فهو القائل بعدم تدخل الحكومات في معظم شؤون العمل. وبحسب نظرياته، فإن رغبة رجال الأعمال في تحقيق الأرباح، مقرونة بعنصر المضاربة، سوف تعمل كيد خفية من أجل تحقيق ما يريده المستهلك. وتعرف فلسفة سميث هذه، بفلسفة «عدم التدخل» Non-interference.

أما الاقتصاد الموجه فيدعو إلى سيطرة الدولة على أوجه النشاطات الاقتصادية الكبرى، كما يدعو إلى ملكية الدولة لمجمل وسائل الإنتاج. ويترك هذا النظام لخطة الدولة مهمة التحكم بالإنتاج والأسعار وتوزيع السلع والخدمات.

أوجه الاختلاف بين الدول: يجمع كل اقتصاد حقيقي، بين عناصر من النظام الرأسمالي وأخرى من النظام الموجه. غير أن الدول تختلف عن بعضها بنسبة ما تعتمد من كل نظام منهما. فالولايات المتحدة وكندا تعتمدان نظاماً يقل فيه تدخل الدولة، لذلك غالباً ما تُعطي لهما صفة الرأسمالية.

أما الاتحاد السوفياتي والكثير من دول أوروبا الشرقية، فقد اعتمدت في الماضي الاقتصاد الموجه. إن حكومات هذه الدول قد امتلكت كل وسائل الإنتاج تقريباً، وسيطرت على كافة النشاطات الاقتصادية الأساسية. كذلك، اتخذ موظفو الحكومة كل القرارات الهامة في ما يتعلق بكيفية إنتاج السلع وتسعيرها وتوزيعها. وغالباً ما كان يوصف النظام المعتمد في هذه البلدان، بالشيوعية. ولم تعرف أي دولة طعم الإزدهار في ظل هذا النظام. لذلك، لجأت دول أوروبا الشرقية إلى التخفيف بشكل كبير من اعتمادها على الاقتصاد الموجه، بعد سلسلة من الثورات التي قامت في أواخر الثمانينات وأوائل التسعينات. كذلك، بدأ الاتحاد السوفياتي في أواخر الثمانينات يخفف من إحكام سيطرة الدولة على الاقتصاد في البلاد. وبعد انحلال هذا الاتحاد عام ١٩٩١، استمر عدد كبير من الجمهوريات السوفياتية السابقة بالتقليل من اعتماده على الاقتصاد الموجه.

أما الصين وبقية البلدان التي تعتبر شيوعية، فقد خففت هي أيضاً من الرقابة على النشاطات الاقتصادية. فحكومة الصين، مثلاً، بدأت عند منتصف الثمانينات بتخفيف سيطرتها على الأعمال والأسعار.

الاقتصاد العالمي

تعتمد الدول على بعضها في الحصول على الكثير

من السلع والخدمات الحيوية، وذلك عبر التبادل التجاري والمالي في العالم. ويدرس علماء الاقتصاد العلاقات الاقتصادية بين الدول. وهم يبحثون عن وسائل لزيادة التجارة الدولية، كما يحاولون مساعدة الدول الفقيرة من أجل تحسين أوضاعها الاقتصادية.

التجارة الدولية: يمكن للدول أن تستفيد من المبادلات التجارية في ما بينها. فالموارد في العالم ليست موزعة بشكل متساوٍ. والأمثلة على ذلك كثيرة، فاستراليا تمتاز بمراعيها الخصبة، وتمتاز التشيلي بثرواتها المعدنية. وقد يتضاعف الإنتاج العالمي، لو أن الدول تكثفت فقط بإنتاج السلع التي يسهل عليها إنتاجها، وتستورد البضائع التي تواجه صعوبة نسبية بتصنيعها.

وعلى الرغم من فوائد التجارة العالمية، فقد حاولت الدول، لمئات السنين، أن تحدد من وارداتها وأن تنتج الكثير من السلع والخدمات التي تحتاجها. فحاولت كثير من الدول أن تؤدي تخصصها في إنتاج عدد محدد من السلع، إلى الإفراط في الاعتماد على الآخرين، الأمر الذي يؤدي - في حال نشوب حرب - إلى انقطاع مواردها من السلع والخدمات الضرورية. وغالباً ما يطالب رجال الأعمال بحماية صناعاتهم من المنافسة الأجنبية، لئلا يحتكر المنتجون الأجانب بعض الأصناف ويرفعوا أسعارها. ويصر الكثير من الناس على أن يمكن للدولة أن تزيد من فرص العمل وتساعد في تجنب الركود عن طريق تحديد الاستيراد وتطوير صناعاتها الخاصة.

وتعتمد الدول طرقاً عدة للحد من التجارة. والطريقتان الأهم هما: ١- التعرفة الجمركية ٢- العوائق التجارية.

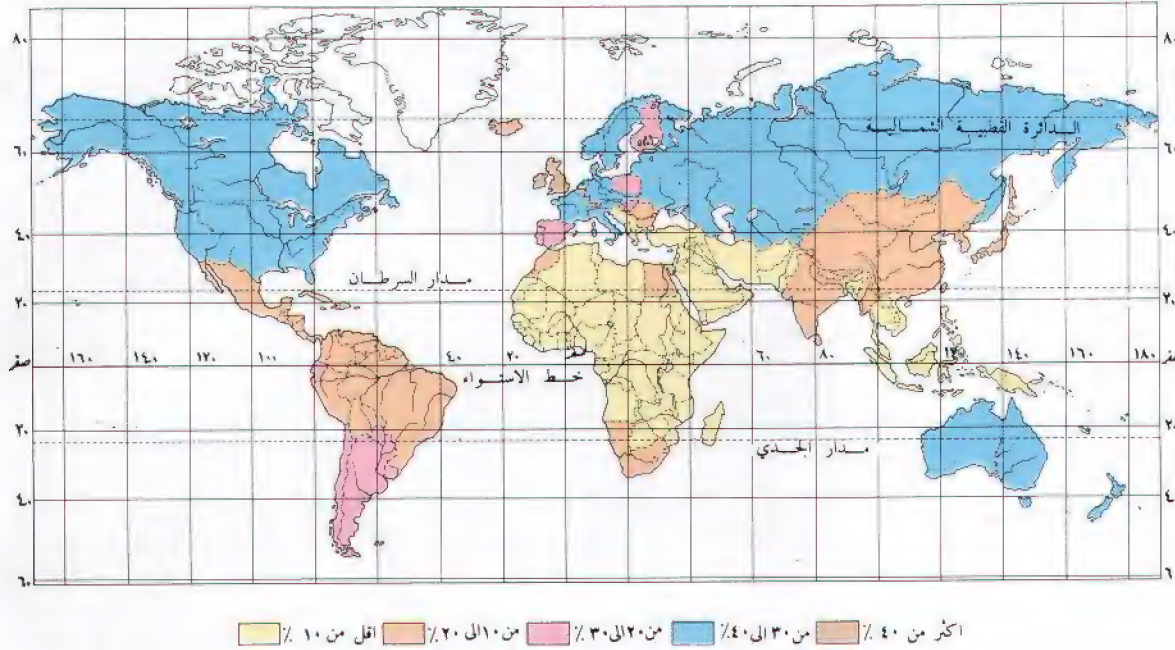
التعرفة الجمركية هي رسم على الاستيراد والتصدير. وعندما تُفرض التعرفة على المستوردات، فهي ترفع من أسعار منتجات الدول الأخرى. أما العوائق التجارية فهي أنظمة وقبود على التجارة بين الدول. فنظام حصص الاستيراد، مثلاً، يسمح باستيراد كمية محددة من منتج معين في كل سنة.

وبالمقابل، يسعى الكثير من الدول وراء زيادة التبادل من دون قبود، وهو ما يسمى بالتبادل الحر. وحجة هذه الدول أن التبادل الحر لا يملك حسنات اقتصادية وحسب، بل هو يزيد من الوفاق الدولي أيضاً. فعلى الدول التي تقبل بالتبادل الحر أن تتعاون في ما بينها، لأنها تعتمد على بعضها من أجل تأمين السلع والخدمات.

ومن الممكن أن توصّل دولتان أو أكثر إلى اتفاق للتبادل الحر في ما بينهما. ففي عام ١٩٩٢، وقعت كل من الولايات المتحدة وكندا والمكسيك اتفاق التجارة الحرة لشمالي أميركا North American Free Trade Agreement (NAFTA)، وهو يقضي بالإلغاء التدريجي للتعرفة الجمركية وبعض الحواجز الأخرى بين الدول الثلاث. وأصبحت هذه المعاهدة سارية المفعول في أول كانون الثاني العام ١٩٩٤ بعد التصديق عليها في المجالس التشريعية للدول المعنية.

وتستمر دول كثيرة بفرض قبود على التبادل التجاري في ما بينها. والمثل على ذلك الدول الأقل تطوراً، والتي لا تزال تعتمد التعرفة الجمركية المرتفعة، وسيلة لحماية صناعاتها.

نسبة السكّان العاملين في القطاع الصناعي في العالم



الدول التي تعرف نسبة كبيرة من العاملين في القطاع الصناعي هي، بمعظمها،

من الدول الواقعة ضمن نطاق المناطق المعتدلة المناخ (في النصف الشمالي للكرة الأرضية)، يضاف إليها دولتا أستراليا ونيوزيلاندا. هذه الدول تعتبر، في الوقت نفسه، الدول الأكثر تقدماً.

أموالهم أو تدفع لهم فوائد مقابل هذه الأموال، إلا أنهم غالباً ما يحصلون على نصيبهم من الأرباح، وهو حصّة بما حقّقه الشركة من ربح، تُدفع لكلّ مساهم بنسبة ما يملكه من أسهم.

اليد العاملة: وتتمثل بالجهد الذي يبذله الإنسان لكي ينتج سلعةً وخدمات. وكلّ الصناعات بحاجة إلى اليد العاملة، إلا أنّ كلفتها في بعض الصناعات أكبر بكثير من كلفة عناصر الإنتاج الأخرى كالآلات والمواد الأولية. وتدخل المحاسبة والحماية ومعظم صناعات الخدمات الأخرى، ضمن هذه الفئة من الصناعات.

ويتوقّف حجم اليد العاملة المتوفّرة في الصناعة على عدّة عوامل، منها عدد السكّان ونسبة العاملين بينهم أو الذين يسعون إلى العمل، وأيضاً عدد الساعات التي يقضيها كلّ فرد في العمل.

وتختلف اليد العاملة من حيث النوعية. فالأشخاص يميّزون عن بعضهم بحسب المهارات التي ورثوها أو اكتسبوها. وعلى هذا، فإنّ كلّاً منهم يختلف عن غيره بما يصنع، وبالكميّة التي يمكنه أن ينتجها، وأيضاً بالمهارة التي ينجز فيها عمله. ويمكن للتعليم والتدريب أن يساهما بزيادة مهارات العامل؛ لكنّهما، وكما هي الحال بالنسبة لرأس المال الثابت، بحاجة لتضحية راهنة، على أمل الحصول في المستقبل على ربح متوقّع. وعلى هذا الأساس، يُشار غالباً إلى مهارات اليد العاملة بعبارة الرأسمال البشري.

الإدارة: هي شكل مميز من أشكال اليد العاملة، مهتمة باتخاذ القرارات. ويقوم المدراء باتخاذ قرارات تتعلق مثلاً بمهامة الإنتاج وكميته والأسواق المطلوب تغطيتها، إضافة إلى حجم الحملات الإعلانية وأسعار البيع.

الزمن. إنّ القرن الذي يُستخدم في الخبز هو رأسمال ثابت، بعكس مادّتي الطحين والخميرة. ويتطلّب بعض الصناعات، مثل إنتاج الطاقة الكهربائية والصناعات النفطية، استثمارات ضخمة في رأس المال الثابت بالمقارنة مع بقية النفقات. ومن أجل زيادة الإنتاج، لا بدّ للصناعة من زيادة رأس المال الثابت، وهذا يعني تخصيص موارد لهذا الغرض. فعلى الدولة التي تريد تطوير صناعاتها أن تبدأ إذن، بتوظيف بعض مواردها للحصول على سلع إنتاجية، كما يجب أن تتخلّى الصناعة عن السلع الأخرى التي كان يمكن للموارد نفسها أن تنتجها لو استعملت لغاية أخرى. وتسمّى استثماراً، عملية توظيف الموارد للحصول على سلع إنتاجية.

وتحصل الشركة على رأسمالها بطرق ثلاث: (١) الإقتراض من المصارف؛ (٢) إصدار وبيع السندات؛ (٣) بيع الأسهم. وعندما تقرض شركة من مصرف ما، فإنّها تتعهّد بتسديد القرض مع فوائده. من جهة ثانية، يمكن للشركة أن تجمع المال من المستثمرين الراغبين في شراء السندات التي تصدرها. وفي هذه الحالة، تلتزم الشركة دفع قيمة السندات لحامليها مع فوائدها المستحقّة. أمّا الطريقة الأخرى التي يمكن للشركة أن تجمع بها الأموال اللازمة لتوسيع أعمالها، فهي بيع أسهم جديدة. ويُطلق اسم «مساهم» على كلّ شخص يشتري هذه الأسهم. وتكون الشركة غير ملزمة بإعادة الأموال إلى المساهمين، الذين يصحبون لقاء مساهمتهم المأثّرة، مشاركين إضافيين في ملكيّة الشركة. وتتمثّل ملكيّة المساهمين بحصصهم من الأسهم التي يملكون. وعلى الرغم من أنّ الشركة لا تردّ إلى المساهمين

(١) الموارد الطبيعية (٢) رأس المال (٣) اليد العاملة (٤) الإدارة (٥) التكنولوجيا. ويختصر بعض الخبراء عدد هذه العناصر إلى ثلاثة أو أربعة. وفي رأيهم أنّ الإدارة هي شكل من أشكال اليد العاملة، وأنّ التكنولوجيا جانب من رأس المال. وتُعرف نسبة مجموع المنتج على مجموع اليد العاملة المستخدمة للإنتاج، باسم «معدّل إنتاجيّة اليد العاملة».

الموارد الطبيعيّة: وتشمل الأخشاب والمعادن والتربة والشمس والمياه والحياة البريّة، وهي حيوية بالنسبة للزراعة وصيد الأسماك واستثمار المناجم وبعض الصناعات الأخرى. إلّا أنّ الصناعات الخدميّة كالمصارف وشركات التأمين تتطلّب استخدام القليل من موارد الأرض، كما أنّ بعض الصناعات يمكنه أن يستخدم البلاستيك ومواد أخرى مركّبة بدلاً من المواد الطبيعيّة.

يتوقّر بعض الموارد الطبيعيّة بشكل محدود، وبالتالي فهذه الموارد توصف بأنّها «غير قابلة للتجديد». فالأرض، مثلاً، تملك مخزوناً محدوداً من الفحم والغاز الطبيعي والنفط، لا يمكن تعويضه إذا ما استنفد بالكامل. وفي مقابل ذلك، هناك بعض الموارد القابلة للتجديد مثل الثروة السمكيّة والحرجيّة، ويمكن للإنسان أن يحصل على حاجته من الأسماك والأشجار عن طريق التربية في الأحواض وفي الزراعة. رأس المال: للكلمة معنيان، عندما يتعلّق الأمر بالصناعة. فرأس المال يشير: (١) إلى النقد الذي تحتاجه الشركات لاستخدام العمّال، وشراء اللوازم ودفع الفواتير، وهو ما يسمّى برأس مال الاستثمار؛ (٢) إلى رؤوس الأموال الثابتة كالأبنية والآلات والأدوات ومختلف السلع التي تخدم عمليّة الإنتاج خلال فترة من

الصناعة

الصناعة هي مجموعة من المؤسسات تصنع منتجات متشابهة، أو تؤمّن خدمات متشابهة. وكمثل على ذلك، شركات صناعة السيارات التي تصنع شاحنات وسيارات. وأمّا المؤسسات المصرفيّة فتقدّم قروضاً، وتدير الإستثمارات، كما تؤمّن مختلف الخدمات الماليّة.

هناك الآلاف من الصناعات، وهي تتضمن مجال الإعلانات، البناء، العمل في المزارع، توزيع اللحوم، استثمار المناجم، والبثّ الإذاعي والتلفزيوني.

ويقوم الكثير من الصناعات بتحويل المواد الخام إلى منتج يمكن استخدامه، مثلما تحوّل صناعة الصلب، خام الحديد إلى فولاذ. ويقوم بعض الصناعات بالنقل بواسطة السكك الحديدية والشاحنات، بإيصال البضائع من مكان إلى آخر. وهناك أيضاً صناعات تؤمّن خدمات، كالطاقة الكهربائيّة والعناية الطبيّة والاتصالات الهاتفية.

وتشير كلمة صناعة إلى كلّ الأعمال مجتمعة؛ وهي، من هذا المنطلق، تؤمّن كلّ ما يلزمنا تقريباً من ملابس ومأكل ومأوى وحاجات أساسيّة أخرى. وتساهم الصناعة كذلك بجعل حياتنا أكثر صحّة وسعادة، فهي تؤمّن لنا وسائل الترفيه، والأدوات المنزليّة التي نريحتها، وكذلك الدواء، والكثير من الأشياء الأخرى.

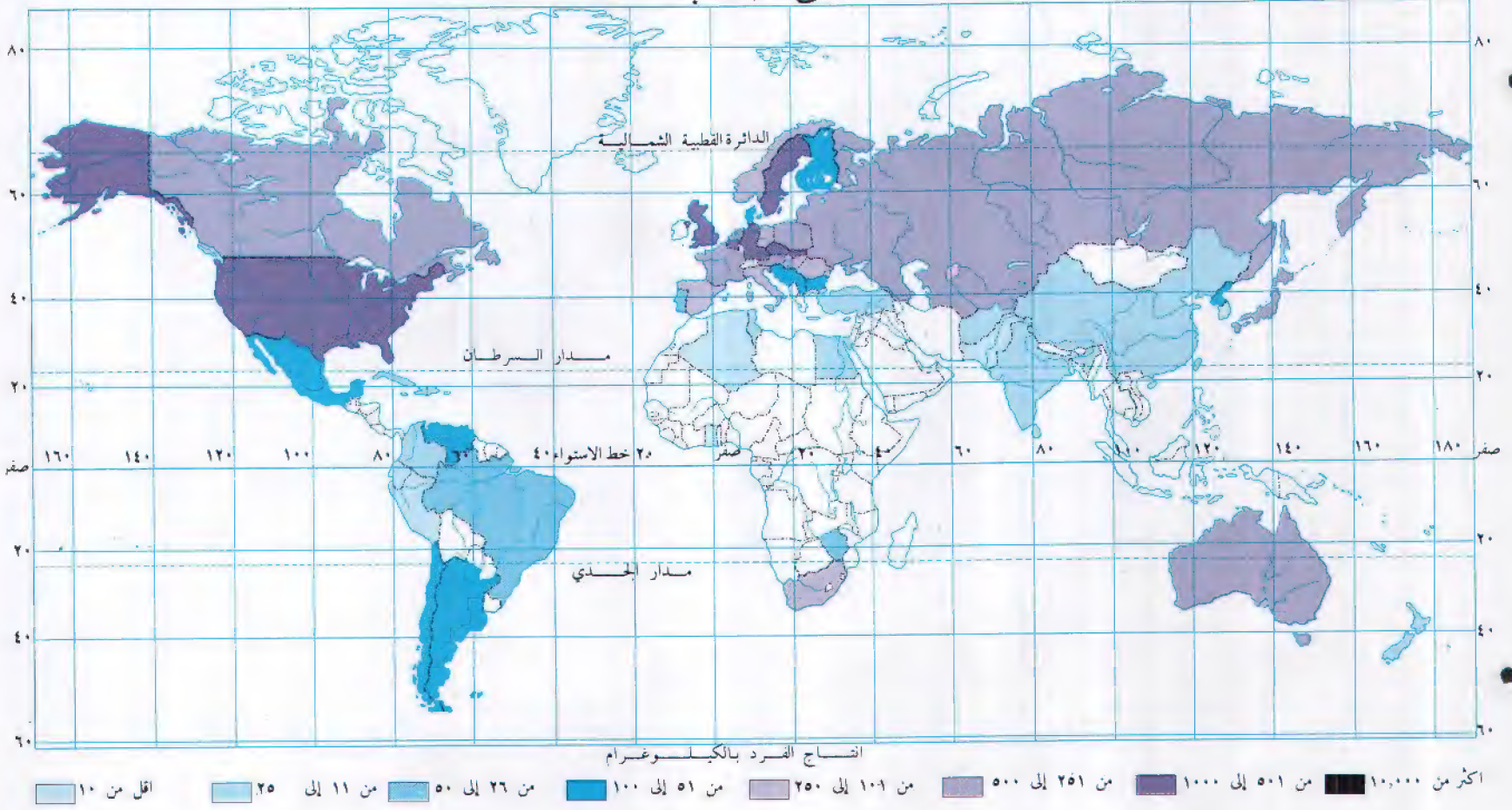
صحيح أنّ الصناعة تجعلنا نحيا حياة أفضل؛ لكن، لها في بعض الأحيان آثار جانبية ضارّة: فالمصانع يمكن أن تلوث الهواء والمياه، فتعرض صحتنا للخطر. والآلات تُصدر ضجيجاً، غالباً ما يكون مزعجاً وقد يؤثّر سلباً في قدرتنا على السمع. أضف إلى ذلك النموّ المتزايد للصناعة الذي يمكن أن يستهلك ما يسهل الحصول عليه من مخزون العالم من النفط والغاز الطبيعي.

ويناقش هذا المقال ما تحتاجه الصناعة من أجل الإنتاج، وكيف تتنوّع الصناعات حول العالم؛ كما يناقش المشاكل والتحديات التي تواجهها الصناعة الحديثة، وأيضاً كيفية تصنيف الصناعات.

حاجات الصناعة

يستعمل الخبراء المعنيون بدراسة الصناعة كلمة «منتج»، للدلالة على كلّ سلعة أو خدمة تنتجها الصناعة. فالمنتج يمكن أن يكون قماشاً أو ثلاجة أو رأياً قانونيّاً. ولكي نحصل على المنتج، تستعمل الصناعة «عناصر» تدخل في عمليّة الإنتاج، كاليد العاملة والآلات والمواد الخام. وتتوقّف كميّة «المنتج» ونوعيته على كميّة ونوعيّة هذه «العناصر»، التي تسمّى أيضاً «موارد الإنتاج»، وعلى مدى مهارة المنتج في استخدامها. أمّا العناصر الأساسيّة اللازمة للإنتاج والتي تدخل في الصناعة فهي خمسة:

انتاج الصلب

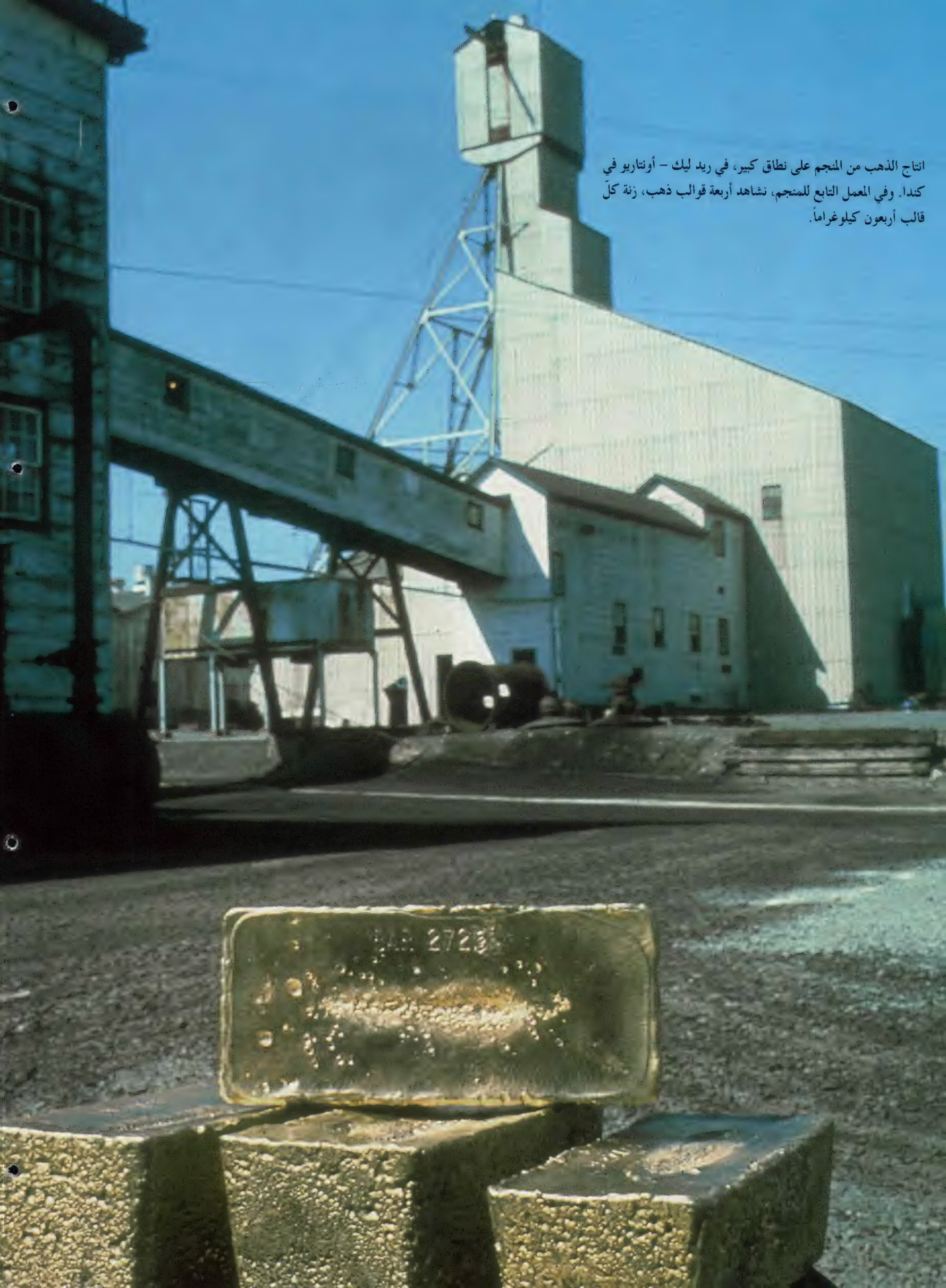


مناطق إنتاج الفولاذ (الصلب) تتجمع خصوصاً في دول أميركا الشمالية وأوروبا (بما فيها الإتحاد السوفياتي السابق).

قالب فولاذي مصهور في مصنع للفولاذ في نوفا سكوشا في كندا



انتاج الذهب من المنجم على نطاق كبير، في ريد ليك - أونتاريو في
كندا. وفي المعمل التابع للمنجم، نشاهد أربعة قوالب ذهب، زنة كل
قالب أربعون كيلوغراماً.



وهم يوظفون عناصر الإنتاج الأخرى أو يديرونها. ويطمح المدراء في معظم الشركات إلى تحقيق أرباح عالية من أجل توزيع أنصبة أرباح كبيرة للمساهمين.

لذلك، فهم يسعون من ناحية، إلى إبقاء كلفة الإنتاج في أدنى مستوى ممكن، ومن ناحية أخرى إلى تحديد أسعار مبيع عالية تسمح بتحقيق مداخيل مرتفعة. إلا أن المنافسة ضمن ميدان صناعتهم غالباً ما تمنعهم من تحقيق هذه الأهداف. ويمكن القول إجمالاً بأن ما من صناعة تقوم برفع أسعار منتجاتها قبل أن يُقدم منافسوها على خطوة مماثلة، لأنها إذا فعلت، فقد تدفع بعدد كبير من زبائنهن للتحوّل عنها من أجل شراء منتجات منافسيها.

إن اختيار مزيج عناصر الإنتاج هو من القرارات الهامة التي يجب أن يأخذها المدراء، محددين بذلك نسب رأس المال واليد العاملة والمواد الأولية التي سيستعملونها في عملية الإنتاج من أجل تحقيق هدفهم، وهو إبقاء كلفة الإنتاج في أدنى مستوى ممكن. فإذا كانت كلفة اليد العاملة مرتفعة مثلاً، عمدت الشركة إلى الاستثمار في شراء آلات أوتوماتيكية تقلّل من عدد العمّال المطلوبين لإنجاز عمل معين. أما إذا كانت اليد العاملة رخيصة، فقد تقرر الشركة استخدام المزيد من العمّال بدلاً من شراء آلة تقوم بالعمل. إن مجموعة عناصر

الإنتاج التي تسمح للشركة بالتوصل إلى إنتاج سلعتها أو خدماتها بأدنى كلفة مع الإبقاء على نوعية جيدة، تسمى مزيج عناصر الإنتاج الأكثر إنتاجية أو المزيج الأمثل.

إن هدف الشركة في المحافظة على كلفة إنتاج منخفضة يؤثر على اختيارها الموقع. فنادراً ما تكون الموارد التي تحتاجها الشركة قريبة من الأسواق، وبالتالي تضطر إلى نقل مواردها أو إنتاجها أو الإثنين معاً. وفي جميع الأحوال، تحاول الشركة إبقاء تكاليف النقل في حدها الأدنى.

وتحدّد كلفة النقل على أساس الوزن والحجم والمسافة. وبالتالي، فإن اختيار الشركة موقعها قد يتوقّف على كون منتوجها أخفّ أو أكثر وزناً من المواد المستعملة في تصنيعه. والمشروبات الغازية هي مثل على الصناعات التي تعطي منتجات «تكتسب وزناً»، فهي تضيف الماء إلى مكونات أخرى في عملية التصنيع، وهي من أجل ذلك تختار لمصانعها، مواقع قريبة من أسواق الإستهلاك. وفي المقابل، فإن صناعات الورق والصناعات المتعلقة بصلب الأخشاب هي مثل للصناعات التي تنتج بضائع «تخسر وزناً»، وبالتالي فالكثير منها يوجد قريباً من مصادر المواد الأولية.

التكنولوجيا: وهي تشير إلى المعرفة بالآلات والمواد والأساليب التقنية والأدوات. ويمكن

للمجتمع أن يشجع التقدّم التكنولوجي، وذلك عبر تخصيص المزيد من الموارد لأغراض البحث والتعليم. وكما هي الحال بالنسبة لزيادة رأس المال، فإن إحراز التقدّم في هذا المجال يتطلب تضحيات آتية من أجل تحقيق أرباح في المستقبل.

تنوع الصناعة حول العالم

تختلف الصناعة اختلافاً كبيراً بين الدول المتطورة والدول النامية. وتضمّ الدول المتطورة معظم الدول في أوروبا وأميركا الشمالية واليابان. أما الدول النامية فهي معظم دول أفريقيا وآسيا وأميركا الجنوبية. إن معدل ما تنتجه الصناعة في الدول المتطورة من سلع وخدمات بالنسبة لكل فرد من السكّان، هو أكبر من المعدّل نفسه في الدول النامية.

إن سبب قلة الإنتاج في الدول النامية هو النقص في الآلات والعناصر الأخرى المكوّنة لرأس المال الثابت، وأيضاً التخلف التكنولوجي. فالعمّال يصنعون الكثير من المواد الغذائية والمساكن والحاجات الأخرى بالآلات وتقنيات بدائية، بحيث أنّ ما ينتجه كلّ عامل يبقى ضئيلاً. وعلى العكس من الدول المصنّعة، فإن الدول النامية تشكو من نقص في رأس المال البشري، بمن في ذلك المهندسون والإداريون والعمّال الكفوؤون الضروريون للنمو الصناعي.

هناك حواجز عدّة تحدّ من التطوّر الصناعي في الدول النامية. فالنمو السريع لعدد السكّان يحول دون توسّع رأس المال، وذلك بسبب توظيف المزيد من الموارد في تأمين الغذاء والسلع التي يستعملها المستهلكون بشكل مباشر. الناس، بمعظمهم، ينفقون كلّ ما يكسبونه لكي يؤمّنوا حاجاتهم اليومية من دون أن يبقى لديهم ما يستثمرونه. أما الذين يتمكّنون من الإقذار، فهم بغالبيتهم يستثمرون ما أذخروه في شراء الذهب والجوهرات والأراضي غير المنتجة وأنواع أخرى من الثروات، عوضاً عن استثمارها في سلع إنتاجية. أضف إلى ذلك قلة عدد المدارس والعلمين، ما يحّد من إمكانية تأهيل المزيد من رأس المال البشري.

وتختلف الدول النامية عن الدول المتطورة أيضاً بنوع الإنتاج. ففي حين يخصّص قسم كبير من الصناعة في البلدان النامية لتأمين الغذاء والحاجات الأساسية الأخرى، فإن صناعات عدّة في البلدان المتطورة تتركز على إنتاج وسائل للرفاهية والكماليات على مختلف أنواعها. إلى جانب ذلك، فإن الكثير من الدول الفقيرة ينتج نوعاً واحداً أو نوعين من المواد الخام التي يتبادلها مع بقية بلدان العالم، والتي إذا ما انخفضت أسعارها تسببت بمعاناة لهذه الدول.

مصنع نسيج في البرتغال





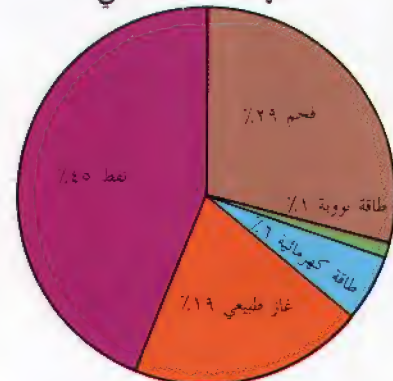
نيويورك ليلاً

يستعمل أكثر من ٣٠٪ من الطاقة المستهلكة في الولايات المتحدة للإنارة والتدفئة والتبريد. يمكن لتقنيات البناء التي تؤمن عزلاً حرارياً فعالاً أن تخفض الاستهلاك في هذا المجال إلى النصف.

أنواع الطاقة المستهلكة

كما يظهر في الرسم البياني أدناه، يأتي أكثر من نصف الطاقة المستهلكة اليوم من الهيدروكربونات (النفط والغاز الطبيعي)، وهي نسبة تتزايد منذ بداية القرن العشرين. حتى ذلك التاريخ، كان الفحم يؤمن ٧٠٪ من مصادر الطاقة؛ وقد انخفضت النسبة اليوم إلى أقل من الثلث. إلا أن تزايد كلفة النفط، يجعل من الضروري إعادة النظر في هذا المصدر من الناحية الاقتصادية. نظراً إلى ارتفاع كلفة انتاجها وإلى التكنولوجيا المتقدمة التي تتطلبها، لا تشكل الطاقة النووية، اليوم، سوى جزء ضئيل من الطاقة المستهلكة في العالم.

استهلاك الطاقة العالمي



استهلاك الطاقة

أصبحت اليوم كمية الطاقة المستهلكة سنوياً للشخص الواحد، دلالة مهمة على مستوى تطوّر كل بلد من بلدان العالم. كما يظهر في الخريطة، توجد أعلى نسب استهلاك الطاقة في أكثر البلدان تصنعاً والتي تتمتع بأعلى مستويات معيشة (كالولايات المتحدة، مثلاً) ثم تليها كل الدول الأوروبية تقريباً والاتحاد السوفياتي السابق وكندا، حيث الاستهلاك أقل ولكن بمقدار ضئيل. تعود هذه المستويات المرتفعة من الاستهلاك إلى الصناعة، وخصوصاً صناعة المعادن والصناعة الكيميائية، وإلى الاستهلاك المحلي. في معظم الدول المتبقية، استهلاك الطاقة منخفض ولكنه يزداد باستمرار.

مصادر الطاقة

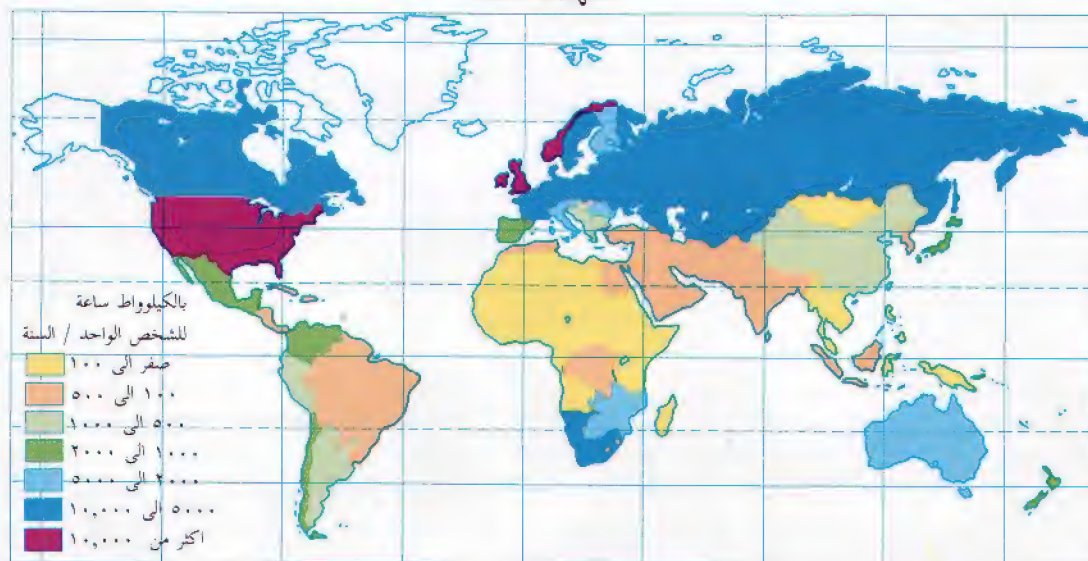
لقرون عدة، كانت القوة العضلية (للإنسان والحيوان) وقوة الرياح والمياه أكثر مصادر الطاقة استعمالاً، وهي لا تزال تستعمل إلى اليوم في كثير من البلدان النامية. في بداية القرن الثامن عشر، وبفضل التقدم التقني والعلمي، بدأ الفحم يستعمل على نطاق واسع لتوليد الطاقة في سبيل التدفئة وتشغيل الآلات.

بعد ذلك، انتشرت الكهرباء المولدة في محطات تعمل بالفحم وأيضاً في محطات كهرومائية، ما سهّل نشوء الصناعة وتطوّرها في كثير من البلدان الغنية بالمواد الأولية. من ثم، جاء استعمال الهيدروكربونات، وخصوصاً النفط. نظراً إلى سهولة استعماله، وحتى

وقت قريب، لبخس ثمنه، أصبح النفط بسرعة أكثر مصادر الطاقة استعمالاً.

ان توسع التصنّع واستعمال المحركات، وإمكان نفاذ مصادر الهيدروكربونات بشكل سريع، إضافة إلى التوترات السياسية، قد شجعت على التوجّه إلى مصادر طاقة أخرى، مثل الطاقة النووية. ولكن المشكلات الكبيرة المختلفة الملازمة لاستعمال الطاقة النووية قد وجّهت الأنظار إلى مصادر الطاقة الممكن تحديدها (الكهرومائية، الحرارية الجوفية، الشمسية، الكتلة البيولوجية) وإلى الوسائل الممكنة لتوفير الطاقة. يجب أن تدار مصادر الطاقة بعناية وحذر شديدين لزيادة الفعالية في استعمال الطاقة على كل المستويات، ويحرز اليوم تقدّم ملحوظ على هذا الصعيد.

استهلاك الطاقة



الفحم

هذا تفاعلاً متسلسلاً. يمكن لتفاعل متسلسل غير مضبوط أن يسبب انفجاراً، كما في القنبلة الذرية. يُنتج تفاعل مضبوط في داخل مفاعل نووي، كميات هائلة من الطاقة الحرارية في جزء من الثانية. تسخن الطاقة المياه خالقة بخاراً يدير مولدات ذات عنفات لينتج الكهرباء.

ربما تكون الطاقة النووية واحدة من أكثر مصادر الطاقة المستعملة اليوم إثارة للجدل. يمكن للفضلات المشعة الناجمة عن الإنشطار أن تدمر الخلايا في أجسام الناس والحيوانات، وتلوث النبات والماء. على الفضلات المشعة أن تخزن بشكل مأمون لآلاف السنوات إلى أن تصبح غير ضارة. رغم أن المفاعل النووي لا يمكن أن ينفجر مثل قنبلة، يمكن لانفجارات مرتبطة بارتفاع مفاجيء في الطاقة المولدة أن تحدث فجأة في بعض المفاعل النووية مفسحة في المجال أمام انطلاق المواد المشعة في الهواء. حدث هذا في العام ١٩٨٦ في تشرنوبيل في أوكرانيا، ما سبب المرض والموت ولوث المحاصيل.

يعمل الفيزيائيون النوويون على تطوير الأمان في المفاعلات النووية. كما أنهم يدرسون وسيلة أكثر أماناً في تحصيل الطاقة المسجونة في الذرات. تسمى هذه العملية التكاملاً نووياً Nuclear Fusion، وهي تقلد كيفية انطلاق الطاقة في الشمس. في الإلتحام، تندمج نوى ذرات الهيدروجين، أي تتحد، لتشكّل عنصراً آخر. أثناء عملية الإلتحام، تطلق الذرات طاقة. لقد تحقّق الإلتحام على درجات حرارة عالية في المختبرات بشكل محدود. يعمل العلماء أيضاً على أساليب الوصول إلى التهام على درجات حرارة عادية. قد يكون الإلتحام أقل تلويثاً من الإنشطار، كما يمكنه إطلاق كميات هائلة من الطاقة.

فعالية الطاقة

يعمل العلماء حول العالم على طرق لتسخير مصادر طاقة بديلة أكثر توافراً، وأنظف من الوقود الأحفوري الذي نعتمد عليه الآن. لن تعني النقلة إلى مصادر بديلة أن الناس سوف يضطرون للتخلي عن أسباب راحتهم. يريد الناس الدفء والضوء وسائر المنافع التي تقدّمها الطاقة؛ فهم ليسوا مهتمين بشكل خاص بمصدر الطاقة الذي يزودهم بها. أمّا في الوقت الحاضر، فيمكن للناس أن يساعدوا في صيانة مصادر الطاقة الحالية عبر استخدام الطاقة بفعالية أكبر. لا يعني هذا ممارسة صيانة الطاقة في البيوت والمكاتب فحسب، ولكنّه يعني أيضاً استخدام منتجات تستهلك طاقة أقل وتؤمن الراحة التي يستمتعون بها.

ترسبات الفحم



استعمل الصينيون الفحم الأحفوري منذ زمن بعيد لتوليد الطاقة الحرارية. وأصبح الفحم حيوياً بالنسبة إلى الإقتصاد العالمي، وخصوصاً الأوروبي، بعد اختراع المحرك البخاري. فتكتف وجود الصناعات في مناطق التعدين (الرور في ألمانيا، منطقة بيتسبورج في الولايات المتحدة، الدونتسك في أوكرانيا)، ولم يتراجع إنتاج الفحم إلا بعد تصميم المحرك الداخلي الاحتراق، الذي يستعمل المنتجات النفطية. (تمثل الصورة إلى اليمين استخراج الفحم في منجم أسترالي). يبقى الفحم، اليوم، مادة أولية ضرورية في صناعة الحديد وفي قطاعات عدة من الصناعة الكيميائية ولتوليد الكهرباء.

يعتبر الفحم من أكثر المواد توفراً على سطح الأرض. وقد تطوّرت التراكيمات الطبيعية المتواجدة للفحم من جزاء النباتات المورقة، خلال العصر الجيولوجي للأرض المسمى بالعصر الكربوني Carboniferous Period، الذي ابتداءً منذ أكثر من ٣٠٠ مليون سنة، وقد ترسّب الكثير من النباتات بعد زواله في أعماق المستنقعات والتجمّعات المائية. أمّا المتبقي منها فقد تراكم فوق بعضه البعض مشكلاً طبقات رطبة تحتوي كميات غير كافية من الأكسجين الذي حال دون تحللها بالكامل. إثر ذلك، برزت الكتلات العضوية البنية اللون تدعى اللبّد Peat^(١)، وبرزت منها الأغصان وجذور النباتات والأعشاب الأخرى بشكل ظاهر. وكنتيجة لتعرض مستويات المياه للكثير من التقلّبات، انغمرت التراكيمات اللبديّة بالرمال والطيني، ما زاد كمية الضغط على الكتلات العضوية، وزاد بالتالي من اندماجها وتحولها إلى طبقات من الفحم الصلب.

يُعتبر اللبّد من أقدم وأرطب أشكال الفحم. وهو يتطوّر حالياً في أراض رطبة. والجدير بالملاحظة أنّه لم يتعرض للضغط اللازم لتحويله إلى مادة فحمية صلبة، ولكن يمكن استعماله كوقود في حال جفافه.

وتسمى المرحلة الثانية من تطوّر الفحم باللينيت^(٢) Lignite، يليه الفحم القاري Bituminous Coal، ثم فحم الانتراسيت^(٣) Anthracite Coal.

تزداد كمية الكربون مع تلاحق مراحل تطوّر الفحم، وتتناقص كمية الرطوبة فيه، ما يجعله أشدّ صلابة. ولفحم الانتراسيت خصائص مميزة، منها صلابته ونقاوته عند الاشتعال.

الطاقة الذرية

في أواخر ثلاثينات هذا القرن، اكتشف العلماء كيف يغلقون نواة الذرة. هذه العملية المسماة الإنشطار النووي Nuclear fission تُطلق الطاقة التي تقيد النواة. وجدوا أنّه عندما تغلق ذرة من العنصر المشع أورانيوم، تقدح الأخرى لتغلق. يسمى

(١) اللبّد: خشب صخري نصف متفحم.

(٢) اللينيت: فحم أحفوري، أسود أو بني يحتوي على ٦٠ إلى ٧٣٪ من الكربون.

(٣) فحم الانتراسيت: فحم صلب.





مشهد جَوِّي لَمَنجَم فحم في مَدِينة پلایموت في مقاطعة نوفا سكوْشا



تؤمن الطاقة الكهريمائية الكهرباء بحسب طاقة المياه المتحركة. تدير قوة المياه نصال التربينات التي تدير دوارات المحركات لإنتاج الكهرباء. الأنهار هي أهم مصدر للطاقة الكهريمائية. وتضبط السدود إطلاق مياه الأنهار عبر التربينات. طوّر المهندسون الهيدروليكيون (متخصصون بعلم السوائل المتحركة) التقنية اللازمة لتسخير الطاقة الموجودة في الشلالات وأمواج البحر وحركة المدّ والجزر من أجل إنتاج الكهرباء. تمّ إنشاء سدّ إيتايبو على نهر بارانا، الواقع بين البرازيل والباراجواي، وهو أول سدّ في العالم من حيث كمية الكهرباء المنتجة (٣٠ مليار كيلو واط ساعة).





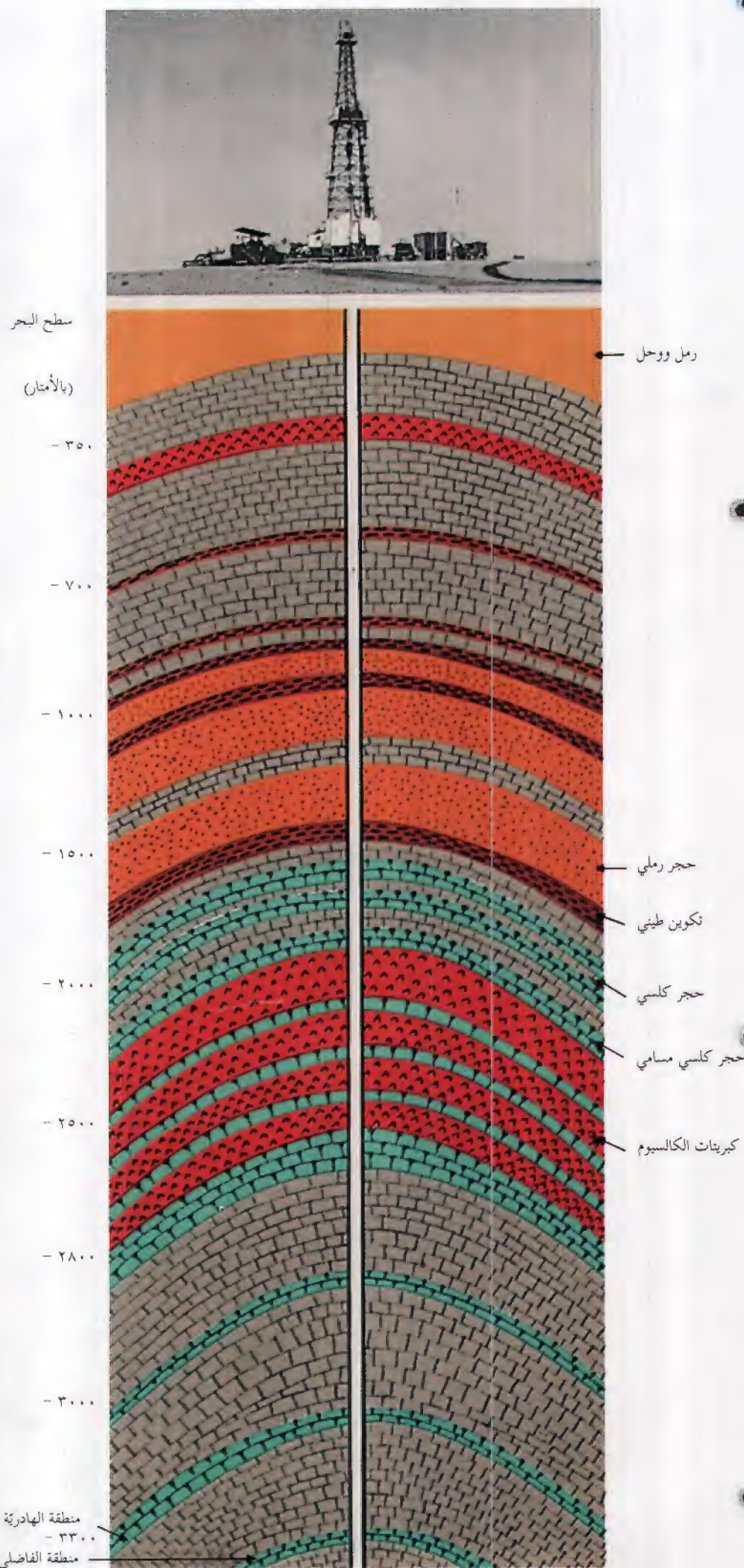
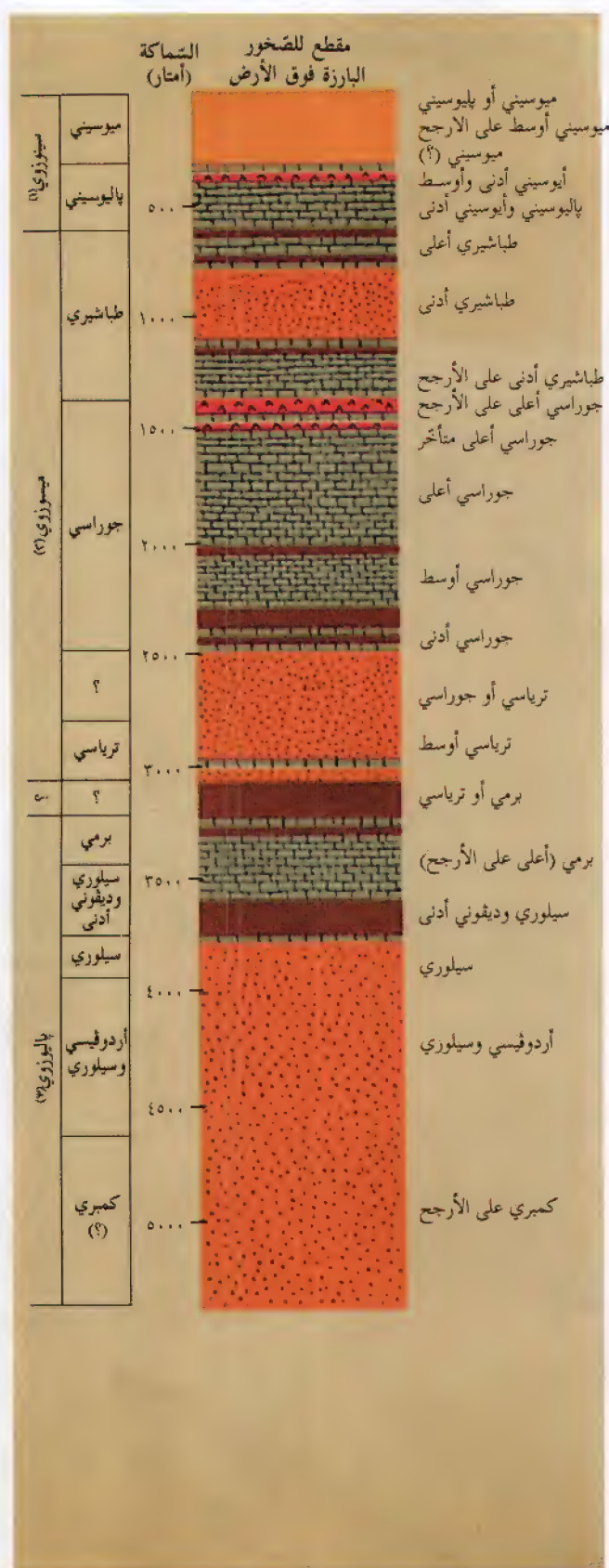


محطة نووية لتوليد الطاقة الكهربائية
منجم لاستخراج الفحم



شرقي المملكة العربية السعودية

طبقات الأرض حيث كل طبقة تعود إلى عصر معين حسب عمق كل طبقة. ابتداء من العصر الجوراسي، ونلاحظ أن خزاني نפט الفاضلي والهادرة في المملكة العربية السعودية، اكتشفا في طبقة العصر السيلوري أي على عمق ٣٥٠٠ متر.



(١) سينوزوي: الدهر الحديث.

(٢) ميسوزوي: الدهر الوسيط.

(٣) بالوزوي: الدهر القديم.

منطقة الهادرية

منطقة الفاضلي

النفط

يُعدُّ النفط أحد أهم مصادر الثروة الطبيعية في العالم. ويُطلق عليه البعض اسم **الذهب الأسود**، لكن من الأفضل ربما وصفه بأنه قوام الحياة في الدول الصناعية. فأصناف الوقود المستخرجة من النفط تؤمن الطاقة للسيارات والطائرات والمصانع والآلات الزراعية والشاحنات والقطارات والسفن. وتولّد أصناف الوقود النفطية حرارة وطاقة كهربائية للكثير من المنازل وأماكن العمل. ويؤمن النفط إجمالاً حوالي نصف الطاقة التي يستهلكها العالم. وإضافة إلى أنواع الوقود على اختلافها، يدخل النفط في صناعة آلاف المنتجات. وتتراوح هذه المنتجات بين موادّ تعبيد الطرقات وشحم المحركات وموادّ التجميل. ويُستعمل النفط في صناعة السجاد والستائر وموادّ التنظيف والألعاب البلاستيكية والصبّاغ والدهان.

يأتي النفط من أماكن عميقة في الأرض على شكل سائل يسمى **نفطاً خاماً**. وتتفاوت أنواع النفط الخام سماكةً ولوناً بين نفط رقيق صافٍ ونفط شبيه بالقطران. ويوجد النفط أيضاً في مواد صلبة مثل الصخور والرمول.

وكلمة Petroleum الإنجليزية مشتقة من كلمتين لاتينيتين Oil وتعنيان **صخوراً وزيتاً**. وقد أُطلق هذا الاسم على النفط لأنه اكتشف، في بادئ الأمر، مادةً زيتيةً تسرب من الأرض عبر شقوق في الصخور السطحية. أمّا اليوم، فيشار إلى النفط بكلمة **زيت**، ويُستخرج معظمه من أحواض تقع تحت سطح الأرض.

والنفط، كسائر المعادن، لا يمكن تعويضه بعد نفاذه. ومع ازدياد الطلب على النفط سنة بعد سنة، يتضاءل مخزون العالم من هذه المادة بسرعة. وفي حال استمرار استهلاك النفط على وتيرته الحالية، قد تصبح هذه المادة نادرة بحلول أواسط القرن المقبل.

كيف تشكّل النفط؟

يعتقد معظم الجيولوجيين أن النفط تشكّل من بقايا كائنات حية ماتت منذ ملايين السنوات. هذه **النظرية العضوية** المتعلقة بتكوّن النفط تقوم على وجود مادةٍ معينة تحتوي الكربون في النفط، وعلى أنّ هذه المواد قد أتت من كائنات كانت حية في أحد الأيام. والعملية التي أنتجت النفط، أنتجت أيضاً غازاً طبيعياً؛ وهذا ما يفسّر وجود هذه المادة مع النفط الخام أو محلوله فيه.

وبحسب النظرية العضوية، كانت المياه تغمر من وجه الأرض مساحةً أكبر بكثير من تلك المغمورة اليوم. وقد عاشت كائنات صغيرة بأعداد ضخمة في المياه الضحلة، أو طافت قرب سطح المياه في قلب المحيط. وحين ماتت هذه الكائنات، ترسّبت بقاياها في قاع المحيط، وعلقت في ترسّبات مؤلفة من الوحول والزئلام ومواد أخرى. وتراكمت الترسّبات، وباتت مغمورة تحت أرض المحيط. ومع ازدياد عمق هذه الترسّبات، تعرّضت لدرجات حرارة كبيرة وضغط مرتفع، فانضغطت مشكّلةً **صخوراً رسوبية**. وقد أخضعت هذه الظروف الصخور لعملية كيميائية أنتجت مادةً شمعيةً تسمى **كيروجين**. وانفصل الكيروجين إلى سائل (النفط) وغاز (الغاز الطبيعي) عندما وصلت

درجة حرارته إلى أكثر من ٦٠٠ مئوية. وفي حال دُفِن النفط عميقاً أكثر من اللازم، وتعرّض لدرجة حرارة تفوق الـ ٢٠٠ مئوية، تضعف الروابط بين جزيئات النفط الكبيرة والمعقدة، ويتحلّل النفط. ويسمى مدى درجات الحرارة التي يتكوّن عندها النفط **نافذة النفط**. إذا انخفضت درجة الحرارة تحت هذا المدى، يتكوّن القليل من النفط. وعند أعماق هائلة حيث درجات الحرارة مرتفعة جداً، يتحلّل النفط.

ومع الوقت، صعد النفط والغاز الطبيعي خلال ممّرات طبيعية في الصخر، وهذه الممرات عبارة عن شقوق وثقوب صغيرة تسمى **مسامات**. ويعتقد العلماء أنّ الماء ساهم في دفع النفط والغاز عبر هذه المسامات. فإما، الأكتيف من النفط، يمكن أن يكون قد دفع النفط صعوداً. ويُعتقد أنّ هناك سبباً آخر هو وزن الطبقات الصخرية فوق النفط، فهذا الوزن ضَغط النفط في ثقوب الصخر وشقوقه.

وتسرب النفط والغاز إلى نوع من الصخر يسمى **صخوراً مكمّنة** Reservoir Rock الذي يملك خاصيتين تسهلان انتقال المواد المائعة عبره، وهما: (١) المسامية و(٢) النفاذية. وتعني الأولى وجود ثقوب صغيرة، أي مسامات، في الصخر، فيما تعني الثانية أنّ الثقوب المذكورة مترابطة بفراغات تمكّن المواد المائعة من الانتقال. وقد انتقل النفط والغاز إلى أعلى، عبر فراغات الثقوب المترابطة حتى وصلا إلى طبقة صخرية غير منفذة. وظلّت المادتان تتقلان على امتداد السطح الأسفل لهذه الطبقة إلى أن باتت هذه الطبقة تشكّل **محبساً ثلاثي البعد**. واثّر حدوث تغييرات في قشرة الأرض، تراجع المحيطات، وظهرت يابسة جافة فوق الكثير من الصخور المكمّنة والمحابس. ويقع معظم المكامن والمحابس عميقاً تحت سطح الأرض. لكنّ بعض المكامن تكون قرب السطح، فيما اندفع بعض آخر إلى الأعلى، جزاء تغييرات طرأت على قشرة الأرض. وقد يصل النفط في هذه الترسّبات الضحلة إلى السطح بشكل تدفّقٍ شبيه بالينبوع. وفي بعض الأمكنة، مثل فينزويلا وجزيرة ترينيداد، تجمع ما يكفي من النفط ليشكّل بحيرة. وما تزال المواد العضوية في بعض الترسّبات الرسوبية في أمانها يخضع لظروف من الضغط والحرارة والنشاط البكتيري، مماثلة لتلك التي شكّلت النفط منذ عصور خلت. لكنّ تكوّن كمّيات قابلة للاستخدام يحتاج إلى ملايين السنوات. والناس يستهلكون النفط بسرعة تفوق بكثير سرعة تكوّن نفط جديد.

نبذة تاريخية

صُنعت أول مادة بتروكيميائية في الولايات المتحدة في العام ١٨٧٢، وسميت **أسود الكربون**؛ وهي مادة صُنعت من الغاز الطبيعي، وتُستعمل اليوم لتقوية الإطارات.

وانتشرت صناعة البتروكيميائيات في العشرينات من هذا القرن. ففي ذلك الوقت، كان الفحم يعدّ مصدراً أساسياً للكثير من المواد الكيميائية. لكنّ الشركات الكيميائية ما لبثت أن لجأت إلى النفط والغاز الطبيعي لإنتاج بعض المواد الكيميائية، نظراً لرخص هاتين المادتين وسهولة الحصول عليهما مقارنةً بالفحم. وقد مكّنت البتروكيميائيات الصناعيتين من إنتاج موادّ مثل

استخدامات النفط

للنفط استخدامات أكثر تنوعاً من أيّ مادة أخرى في العالم. والسبب في تعدّد استخدامات النفط يرجع إلى التركيب المعقّد لجزيئاته. والنفط الخام خليط من أنواع عدّة من **الهيدروكربونات**، وهي جزيئات مؤلفة من العنصرين، الهيدروجين والكربون. بعض هذه الجزيئات غازي، وبعضها جامد، لكنّ معظمها يشكّل محتجماً مادة سائلة.

النفط وقوداً: تشتمل أنواع الوقود النفطية وتتحرق بسرعة وتنتج كمية كبيرة من الحرارة والطاقة قياساً على وزن الوقود. ويسهل استخدام هذه الأنواع وتخزينها ونقلها مقارنةً بأنواع أخرى من الوقود كالفحم والخشب. ويُنتج النفط حوالي ٤٣٪ من الطاقة المستهلكة في الولايات المتحدة، ويُعدّ المصدر الوحيد تقريباً لكل أنواع الوقود المستخدمة في النقل وللكثير من أنواع الوقود المنتجة للحرارة والكهرباء.

والمخروقات المستعملة في النقل هي الغازولين ووقود الديزل ووقود الطائرات النفاثة. ويكوّن حوالي ٤٥٪ من إجمالي النفط الخام إلى غازولين، وحوالي ٧٪ إلى وقود ديزل، وحوالي ٧٪ إلى وقود طائرات نفاثة.

النفط مادة أولية: يدخل ١٣٪ تقريباً من كسور النفط موادّ أولية في الصناعة، فالكثير من هذه الموادّ يحوّل إلى **بتروكيميائيات**، التي تُشكّل أكثر من ثلث المواد الكيميائية المنتجة في الولايات المتحدة. وتُستخدم البتروكيميائيات في صناعة موادّ التجميل والتنظيف والأدوية والأسمدة والمبيدات الحشرية وأصناف البلاستيك والألياف الصناعية ومئات المواد الأخرى.

وتُستخدم المنتجات النفطية الثانوية موادّ أولية في بعض الصناعات. وتشمل هذه المنتجات الأسفلت، المادة الرئيسية المستعملة في بناء الطرق، والشمع، الذي يدخل في صناعة الشموع، وموادّ تلميع الأثاث.

استخدامات النفط الأخرى: يشكّل بعض المواد كالتشحوم والزيوت الصناعية المختصة حوالي ٢٪ من

البلاستيك والألياف الصناعية بأرخص ثمن متوافر. وقد توسّع استخدام البتروكيميائيات بسرعة في الولايات المتحدة خلال الحرب العالمية الثانية (١٩٣٩ - ١٩٤٥). فالجيش استخدم الكثير من المواد المركّبة من البتروكيميائيات، بما فيها المتفجرات والمطاط الصناعي. وخلال السبعينات والثمانينات، ازدادت حصة الصناعة البتروكيميائية من النفط الخام والغاز الطبيعي المستهلك في العالم. وفي الوقت نفسه، تنبأ بعض العلماء أنّ النفط والغاز الطبيعي سيستضاءلان مع حلول القرن المقبل، ورأوا أنّ العالم سيلجأ إلى استخدام الفحم والنفط للزيتي لإنتاج المواد الكيميائية.

التقيب عن النفط

قبل العام ١٩٠٠ تقريباً، كان الباحثون عن النفط لا يستطيعون أكثر من التفتيش عن التّزور، معتمدين على أمل بالبحر. وتألفت معدّاتهم من قضيب مستدقّ الرأس ومجرّفة وعصا استبّاء أحياناً وعصا متشعبة اعتقد البعض أنّها ذات مقدرة سحرية على اكتشاف مواقع الماء والنفط. لكنّ التقيب عن النفط تطوّر خلال القرن العشرين إلى علم يستخدم أنواعاً من المعدّات المعقدة، ويمارسه **جيولوجيو نفط** أو **علماء طبيعة الأرض**.

الدراسات الجيولوجية: يدرس جيولوجيو النفط التكوينات الصخرية على سطح الأرض وتحتّه، لتحديد الأماكن التي قد يوجد فيها النفط. وهم يبدأون عادةً باختيار منطقة تبدو ملائمة لتكوّن النفط، كالأحواض الرسوبية، ثم يضعون خريطة مفصلة لمعالم المنطقة السطحية. قد يستخدمون صوراً فوتوغرافية مأخوذة من الطائرات والأقمار الصناعية، إضافة إلى ملاحظاتهم المأخوذة على الأرض، لا سيّما إذا كانت المنطقة وعرة. ويستعمل العلماء الخريطة لإيجاد دلائل على وجود المحابس النفطية. فوجود نتوء صغير في منطقة مسطّحة إجمالاً قد يدلّ على وجود قبة ملحية، وهي نوع شائع من المحابس النفطية.

احتياط النفط



النفط مادة أولية مهمة جداً في الحياة العصرية، وهو خليط طبيعي من الهيدروكربونات. تتشكّل هذه الهيدروكربونات بفعل تحويل الجراثيم لطبقة من الوحل غنية بالمواد العضوية، ترسّبت فوق قاع البحر أو في المستنقعات.

يوجد النفط في خزّانات تتألف من صخر مسامي منفذ، يدعى **الصخر الأم**، مشربّ بالسائل الثمين. يزيد إنتاج النفط في العالم عن ملياري طن في السنة.

يمكن تقسيم البلدان المنتجة للنفط ثلاث مجموعات: المجموعة الأميركية التي تضم الولايات المتحدة وفنزويلا وكندا، ومجموعة شمال أفريقيا والشرق الأقصى التي لم تبدأ إلا منذ وقت قريب في تطوير مواردها، ومجموعة البلدان الإشرائية السابقة التي تضم الاتحاد السوفياتي السابق ورومانيا. وقد حققت بريطانيا الإكتفاء الذاتي منذ ١٩٨٠.

منتجات النفط. تعدّ الشحوم من احتكاك الأجزاء المتحركة من الآلات، وتتراوح بين الزيت الرقيق والصابني المستخدم في المعدات العلمية إلى الشحم الثقيل المستخدم في أجهزة الهبوط في الطائرات. والزيوت الصناعية المختصة تقسم إلى زيوت القطع والزيوت الكهربائية، وهي زيوت تدخل في الصناعات.

أماكن وجود النفط

يوجد النفط في كل قارة وتحت كل محيط. لكن تقنيات العصر الحالي لا تسمح للمهندسين باستعادة (استخراج) أكثر من ثلث النفط الموجود في معظم الترسبات.

ويقدر علماء النفط إجمالي احتياطي العالم من هذه المادة بترليون برميل تقريباً. ويعتقد بعض الجيولوجيين أنّ احتياطيات إضافية سوف تكتشف، لا سيما في الصين والجزر الكندية والمحيط المتجمّد الشمالي، وفي بعض البحار قرب السواحل. ويرى آخرون أنّ أهمّ الحقول النفطية في العالم قد اكتشفت، وأنّ احتياطي العالم من النفط يمكن استغلاله أكثر بوسائل أحدث، عوض البحث عن احتياطيات جديدة له.

الشرق الأوسط: يحتوي ٦٧٪ تقريباً من إجمالي نفط العالم، وتساوي احتياطياته حوالي ٦٦٠ بليون برميل. وفي المملكة العربية السعودية ٢٥٨ بليون برميل تقريباً، أي حوالي ربع احتياطي العالم. ويوجد معظم نفط المملكة في المناطق المحاذية للخليج. وفي كلّ من دولة الإمارات العربية المتحدة وإيران والعراق والكويت، عُشر إجمالي النفط العالمي تقريباً.

أوروبا: بما فيها الجزء الآسيوي من روسيا، تحتوي ٧٪ من احتياطي النفط العالمي. فاحتياطي النفط في روسيا يساوي ٥٧ بليون برميل تقريباً، وهو أكبر احتياطي في القارة. ويقع معظم هذا الاحتياطي في جبال الأورال، إضافة إلى بعض الحقول الكبيرة في سيبيريا. وأهمّ الاحتياطيات الأخرى في أوروبا، والمساوية لـ ١٧ بليون برميل تقريباً، تقع تحت قاع بحر الشمال. وتقاسم هذه الاحتياطيات بريطانيا والنرويج.

أميركا اللاتينية: تحتوي ١٢٠ بليون برميل تقريباً، أو ١٢٪ من إجمالي احتياطي العالم. وتضمّ فينزيولا أكبر احتياطيات المنطقة، أي حوالي ٥٩ بليون برميل. وتقع ترسبات ضخمة من النفط الثقيل شمال نهر أورينوكو، شرق فينزيولا. وأهمّ المناطق الفينزويلية الأخرى الغنية بالنفط، بحيرة ماراكايبو في الجزء الشمالي الغربي من البلاد، وهي منطقة يكثر فيها النفط الخفيف والمتوسط. وتلي فينزيولا المكسيك بحوالي ٥٢ بليون برميل تقريباً، يقع معظمها في القسم الشرقي من البلد على امتداد خليج المكسيك. ومن دول أميركا اللاتينية الغنية بالنفط أيضاً الأرجنتين والبرازيل.

أفريقيا: تضمّ حوالي ٦٠ بليون برميل تقريباً من النفط، أي ٦٪ من إجمالي احتياطي العالم. ويتركز معظم هذا النفط في ليبيا والجزائر وبلدان أخرى في شمال أفريقيا. ويساوي احتياطي ليبيا ٢٣ بليون برميل تقريباً، ما يجعلها أولى دول أفريقيا من حيث احتياطيات النفط. ولم يُعثر جنوب الصحراء الكبرى على نفط سوى في نيجيريا، التي تساوي احتياطياتها ١٧ بليون برميل تقريباً.

آسيا: باستثناء الجزء الآسيوي من روسيا والشرق الأوسط، تحتوي حوالي ٥٠ بليون برميل، أو ٥٪ من

احتياطيات العالم الإجمالية. ويتركز نصف احتياطيات آسيا تقريباً في الصين التي يقع أكبر حقولها النفطية في داكينج في منشوريا. وتقع أهمّ ترسبات الصين النفطية الأخرى في شبه جزيرة شانتونج وفي إقليم شينجيانج. وتملك أندونيسيا، باحتياطي يساوي ١١ بليون برميل تقريباً، ثاني أكبر احتياطي في الشرق الأقصى.

الولايات المتحدة وكندا: تملكان حوالي ٣٢ بليون برميل، أو ٣٪ من إجمالي احتياطي العالم. وفي الولايات المتحدة وحدها، حوالي ٢٦ بليون برميل من النفط، يقع معظمها في ولايات تكساس ولويزيانا وكاليفورنيا وأوكلاهوما وألاسكا. ويرى علماء إمكانية ازدياد احتياطيات النفط في الولايات المتحدة، فهذا البلد غني بال**نفط الزيتي** Oil Shale، وهو نوع من الصخور منتشرة في ولايات كولورادو ووايومنغ ويوتا. ويحتوي هذا الصخر مادة **الكبريت** الشمعية التي تنتج نفطاً حين توضع تحت حرارة عالية.

على صعيد آخر، يقع معظم احتياطي كندا النفطية والبالغ حوالي ٦ بلايين برميل، في ولاية ألبرتا. وتضمّ ولايات ساسكاتشوان وكولومبيا البريطانية ومانيتوبا بضعة حقول نفطية. ويعتقد العلماء أنّ كندا تضمّ أكبر ترسبات في العالم من **رمال البيتومين**، أو **رمال القار**، وهي رمال مشبعة بمادة تنتج نفطاً. وتقع هذه الترسبات، التي يُقدّر أنّها تحتوي على حوالي ترليون برميل من النفط، على ضفاف نهر أتاباسكا في ولاية ألبرتا. وقد بدأ استخراج النفط من هذه الرمال في العام ١٩٦٧.

كميات الإنتاج والإحتياطيات

النفط هو ربما أنفع المواد الخام المتوفرة للاستهلاك وأكثرها تنوعاً. فمع حلول منتصف الثمانينات، بات حوالي ٨,٩ ملايين برميل من النفط الخام تُنتج يومياً في الولايات المتحدة، إضافة إلى ٥ ملايين برميل إضافية من النفط الخام ومشتقاته تستورد كلّ يوم. وكان الإنتاج العالمي يساوي ٥٣,٤ مليون برميل يومياً. وكان الاتحاد السوفياتي السابق المنتج الأكبر حيث وصل إنتاجه اليومي إلى حوالي ١١,٨ مليون برميل، تليه المملكة العربية السعودية مع حوالي ٣,٥ ملايين برميل، أي نصف الكمية اليومية التي أنتجتها في العام ١٩٨٠. وهكذا، تنتج الدول الثلاث حوالي نصف ما يحتاجه العالم من هذه المادة.

الإحتياطيات: إحتياطيات النفط العالمية - أي الكميات التي أكّد العلماء إمكان استخراجها من الأرض بشكل تجاري - تصل إلى حوالي ٧٠٠ بليون برميل - منها حوالي ٣٦٠ بليوناً في الشرق الأوسط. وتساوي احتياطيات الولايات المتحدة حوالي ٢٧ بليون برميل، وفي حال استمر استخراج النفط على الوتيرة الحالية، من المتوقع أن تستنزف هذه الاحتياطيات قبل انقضاء عقد واحد.

رمال البيتومين، وتسمى أيضاً رمال القار، ترسبات من الرمل تحتوي الحَمَر (أو البيتومين)، وهي مادة صمغية سوداء تُستخدم لإنتاج الفحم والغاز والنفط. ويساوي البيتومين ١٨٪ من وزن رمال البيتومين. ويُعتقد أنّ العالم يملك بين ١٨٠٠ و ٢٣٠٠ بليون برميل نفط خام يمكن استخراجها من رمال البيتومين. وهذه الكمية تساوي ثلاثة أضعاف احتياطيات العالم الإجمالية من النفط تقريباً.

عندما تُخرج رمال البيتومين بالبخار أو الماء الحار، تُنتج مادة سوداء وحليّة تسمى **ملاطاً** Shurry. وبعد

أن يستقرّ الرمل في الملاط، يطوف البيتومين على السطح مادة رغويّة. ويسخّن البيتومين من ثمّ لإنتاج الفحم والغاز والنفط. ويُقطّر النفط للحصول على مواد مثل النافثا والكبروسين. وتعالج هذه المواد بالهيدروجين لإزالة الكبريت، الذي يعتبر ناتجاً ثانوياً قيماً لعملية معالجة البيتومين.

وتحتوي منطقة أتاباسكا في ولاية ألبرتا الكندية أكبر ترسب لرمال البيتومين في العالم. وينتج معملان، في مدينة فورت ماك موري القريبة، أكثر من ٢٠٠,٠٠٠ برميل من النفط الصناعي الخام، كلّ يوم.

نقل النفط

بعد وصول النفط إلى السطح، يُفضّل الغاز الطبيعي عن النفط. ويُرسَل الغاز من ثمّ إلى معمل معالجة أو إلى المستهلكين مباشرة. ويُزال الماء والترسبات من النفط الذي يخزّن بعد ذلك في خزانات أو يُرسل إلى مصفاة. ومن المصفاة، تُنقل منتجات النفط إلى الأسواق. في الولايات المتحدة وحدها، تُنقل ١٠ ملايين برميل من النفط كلّ يوم، وذلك عموماً عبر الأنابيب وناقلات النفط ومراكب التبرج والصهاريج والقطارات الصهريجية.

وينتقل معظم النفط عبر الأنابيب، ولو لجزء بسيط من رحلته. فالأنابيب تنقل النفط الخام من الآبار إلى الخزانات أو إلى وسائل نقل أخرى أو مباشرة إلى المصافي. وتنقل الأنابيب كذلك مشتقات النفط من المصافي إلى الأسواق. ويحمل بعض الأنابيب الكبيرة أكثر من مليون برميل يومياً، فالأنابيب يمكن أن تُبنى في كلّ الظروف المناخية وفي كل أنواع التضاريس. فأبوب عبر ألاسكا، على سبيل المثال، يقطع ثلاث سلاسل جبلية وأكثر من ٣٠٠ نهر وجدول وحوالي ٦٤٠ كم من الأرض المجلدة. وتُبنى الأنابيب بكلفة مرتفعة، لكن تشغيلها وصيانتها يتطلبان كلفة منخفضة نسبياً؛ وتُعدّ الأنابيب أكثر وسائل نقل النفط فعالية.

وتنقل ناقلات النفط ومراكب التبرج النفط عبر البحار. فناقلة النفط سفينة ماهرة للمحيطات تضمّ خزانات ضخمة للحمولة السائلة. ويحمل بعض الناقلات الضخمة أكثر من مليون برميل من النفط، والناقلات هي الوسيلة الوحيدة تقريباً لنقل النفط المستورد من قبل الولايات المتحدة إلى هذه الدولة. أما مراكب التبرج، التي يحمل واحداً ما معدّله ١٥,٠٠٠ برميل نفط، فتستخدم في الأنهار والأقنية بشكل خاص.

وينتقل الكثير من مشتقات النفط من المصافي إلى الأسواق في صهاريج والقطارات الصهريجية. فالصهاريج توصل الغازولين إلى محطات الوقود وزيت التدفئة إلى المنازل. يمكن لهذه الصهاريج أن تحمل ٣٠٠ برميل من النفط. أما القطارات الصهريجية فتراوح حمولتها بين ١٠٠ وأكثر من ١٥٠٠ برميل. وبعض هذه القطارات مزوّدة بتجهيزات تسمح بإبقاء مشتقات النفط المحمولة عند درجة حرارة أو مقدار من الضغط محدّدين.

تكرير النفط

إذا نظرنا إلى مصفاة نفط من بعيد، قد تبدو متاهة عديمة الحياة من الأبراج والخزانات والأنابيب. لكن في الحقيقة، المصافي تشبه خلية النحل في نشاطها المتواصل ليلاً ونهاراً. ويمكن لأيّ مصفاة أن تعمل باستمرار لمدة تصل إلى خمس سنوات قبل أن تتوقّف لإجراء التصليحات اللازمة. ويراعى حجم المصافي

من معامل صغيرة تعالج حوالي ١٥٠ برميلاً من النفط الخام في اليوم إلى مجمعات ضخمة تستوعب أكثر من ٦٠٠,٠٠٠ برميل.

الوظيفة الأساسية للمصفاة هي تحويل النفط إلى مواد قابلة للاستخدام. فالنفط يتألف أساساً من مجموعات مؤتلفة من المواد الهيدروكربونية، كما ذكرنا أعلاه في القسم المسّمى **استخدامات النفط**. وتفصل المصافي النفط إلى مجموعات هيدروكربونية، أو كسور Fractions. وتحوّل الكسور من ثمّ بوسائل كيميائية، وتعالج بواسطة مواد أخرى.

صناعة النفط

إنّ صناعة النفط إحدى أكبر صناعات العالم، وهي تنفّرع إلى أربعة فروع: فرع الإنتاج ينقب عن النفط ويستخرجه، فرع النقل يرسل النفط الخام إلى المصافي ويسلم المنتجات المكررة إلى المستهلكين، فرع التصنيع يحوّل النفط الخام إلى منتجات نافعة، وفرع التسويق الذي يبيع هذه المنتجات ويوزّعها على المستهلكين. وتسلم محطات الغازولين الجزء الأكبر من هذه المنتجات. وتبيع شركات النفط منتجاتها مباشرة من المصانع والمعامل الحرارية والصناعات المرتبطة بقطاع النقل.

وتلعب صناعة النفط دوراً كبيراً في اقتصادات الكثير من الدول. ففي دول متقدمة كالولايات المتحدة وكندا، تؤمّن هذه الصناعة وظائف لعدد كبير من الناس. وهذه الصناعة مشترية أساسي للحديد والصلب والمركبات الآلية والكثير من المنتجات الأخرى. وفي بعض الدول النامية الغنية بالنفط، تؤمّن صادرات هذه المادة معظم الدخل الوطني. والنفط أيضاً مصدر للسلطة السياسية في هذه الدول، لأنّ الكثير من الدول الأخرى يعتمد على النفط المستخرج من الدول المنتجة.

في الولايات المتحدة تُعدّ صناعة النفط أحد أهمّ أرباب العمل المعنويين في البلاد، وهي تشمل حوالي ٤٥,٠٠٠ شركة، معظمها شركات صغيرة مختصة في فرع من فروع صناعة النفط، وكلّما كبرت الشركة، توسّع نشاطها إلى فروع أخرى. وتسيطر الشركات الثماني الكبرى على حوالي ٥٠٪ من النفط المنتج والمكرّر والمباع في الولايات المتحدة. إضافة إلى هذه الشركات، هناك ٢٠٠,٠٠٠ محطة غازولين تقريباً، معظمها مملوك ويدار بشكل مستقلّ تماماً. وتوظّف صناعة النفط حوالي مليون ونصف المليون من العمّال، ويوازي إجماليّ الرأسمالات الموظّفة في هذا القطاع حوالي ٣٣٠ بليون دولار أميركي، هي قيمة المعامل والآليات.

وتعتبر الولايات المتحدة أبرز الدول المنتجة للنفط والمكررة له في العالم، فأبار النفط في هذه الدولة تنتج حوالي ٢,٥ بليون برميل نفط كلّ سنة، وروسيا والمملكة العربية السعودية هما الدولتان الوحيدتان اللتان تنتجان نفطاً أكثر من الولايات المتحدة. وتعالج مصافي هذه الدولة حوالي ٥,٥ بلايين برميل نفط في العام، أي حوالي ربع إجماليّ الإنتاج العالمي. والولايات المتحدة أكبر مستهلك في العالم لمشتقات النفط، فالطلب في هذه الدولة على النفط الخام يفوق بكثير الإنتاج المحلي. نتيجة لهذا الوضع، تستورد الولايات المتحدة ٥٥٪ تقريباً من النفط الذي تستخدمه.

وقد ارتفع سعر النفط الخام المستورد منذ بداية السبعينات، ما أجبر صناعة النفط في الولايات المتحدة

منصة تعمل لحفر بئر نفط في الخليج العربي





منصة إنتاج النفط في الخليج العربي





مشهد ليلي لمصفاة بترومين للنفط جنوب جدة في المملكة العربية السعودية





مصفاة للنفط في مدينة هاليفاكس في منطقة نوفا سكوشا في كندا






خزانات النفط في المملكة العربية السعودية





A photograph of an oil rig against a sunset sky. The rig's complex steel lattice structure is silhouetted against a vibrant orange and yellow sky. The sun is a bright, glowing orb in the lower center, partially obscured by the rig's structure. The overall scene is dramatic and industrial.

مشهد لحفّارة نفط تعمل في منطقة
بحر الشمال ضمن الحدود النروجيّة



على البحث عن وسائل جديدة لزيادة الإنتاج المحلي. وتجرى هذه الصناعة أبحاثاً حول وسائل إنتاج النفط في ظروف قاسية جداً، مثل تلك السائدة في القطب الشمالي، وتحت سطح البحر بأعماق تجاوز الـ ٢٠٠٠ م. ويفتش الباحثون عن تقنيات أكثر فعالية في استخراج النفط، وتحويل الفحم والطفل الزيتي والرمال القارية وسائر المواد الهيدروكربونية المتوافرة إلى نفط وغاز صناعيين. ويدرس الباحثون إمكانية استخراج الطاقة من مصادر أخرى كالشمس والرياح والحرارة الجوفية في باطن الأرض.

وفي كندا يمتلك القطاع الخاص معظم قطاعات الصناعة النفطية ويديرها. وفي العام ١٩٧٥، دخلت شركة حكومية تدعى پترو-كندا في قطاع البحث عن احتياطيات جديدة وفي تطوير أصناف صناعية من النفط. وقد سمح قانون صدر في العام ١٩٩١ لپترو-كندا ببيع أسهمها، فحوّلها إلى شركة مملوكة من قبل الجمهور. وتتدخل الحكومة في صناعة النفط لأنها تملك الحق في منح إجازات عقود إيجار لشركات النفط.

بدأت صناعة النفط الكندية بالتوسع في العام ١٩٤٧، عندما اكتشف رواد حقلاً نفطياً مهماً في لدوك في ألبرتا. وارتفع الإنتاج السنوي من حوالي ٨ ملايين برميل في تلك السنة إلى حوالي ٦٥٠ مليون برميل في أواسط السبعينات. وظلت كندا المصدر الرئيسي للنفط إلى الولايات المتحدة حتى العام ١٩٧٥. فمُنذ ذلك العام، تراجعت احتياطيات كندا وإنتاجها، فقلّصت صادراتها إلى الولايات المتحدة. وتنتج كندا اليوم حوالي ٦٠٠ مليون برميل في العام فيما تعالج مصافيها ٦٢٥ مليون برميل تقريباً كل سنة، ما يجعل هذه الدولة إحدى أهم دول العالم المكررة للنفط.

يفوق عدد الشركات المنتجة للنفط في كندا الـ ١٥٠٠، بينها ٢٠ شركة كبرى تسيطر على حوالي ٨٠٪ من إنتاج البلد. ويعمل ٦٠,٠٠٠ كندي في قطاعي الإنتاج والتصنيع، فيما يعمل الكثير في قطاعي النقل والتسويق.

في سائر الدول عملت شركات النفط الأجنبية خلال بدايات هذا القرن على تطوير صناعة النفط في عدد من بلدان الشرق الأوسط وأفريقيا ومناطق أخرى من العالم. هذه الشركات، التي كان معظمها أميركياً أو أوروبياً، استملكت النفط الذي اكتشفته أنتجته، وفي المقابل دفعت ضرائب وحصصاً للدول المضيفة من عائدات النفط. ومنذ الخمسينات، راحت الدول المنتجة تشعر بأنها لا تتلقى حصصاً كبيرة بما فيه الكفاية من النفط المستخرج في أراضيها. واليوم، بات الكثير من هذه الدول يسيطر جزئياً أو كلياً على صناعة النفط داخل حدوده، وذلك بعد التفاوض مع الشركات الأجنبية أو تأميمها. وينتمي عدد من الدول المنتجة إلى منظمة الدول المصدرة للنفط (أوبك) التي تملك نفوذاً كبيراً.

تتألف الأوبك (Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC)، التي تأسست في العام ١٩٦٠، من ١٢ دولة تعتمد بقوة على صادراتها النفطية مصدراً للدخل. وتضم المنظمة ليبيا ونيجيريا وفنزويلا وأبرز دول الشرق الأوسط المنتجة للنفط. وتصدر الدول الأعضاء حوالي ٤٥٪ من إجمالي صادرات النفط في العالم. ولذلك تحدّد الكمية التي تنتجها هذه الدول والأسعار التي تتفق في

ما بينها عليها، الكلفة الفعلية للنفط. ولأنّ الدول الصناعية تعتمد كثيراً على النفط المستورد، تجد الأوبك نفسها قادرة على استخدام هذه المادة سلاحاً اقتصادياً وسياسياً. في السبعينات، رفعت الأوبك أسعار النفط إلى درجة تمكّنت معها الدول الأعضاء من زيادة مداخيلها والحدّ من الإنتاج في آن معاً.

استخدام النفط في التاريخ

استخدم البشر النفط لآلاف السنوات. فالمصريون القدماء غطّوا مومياءاتهم بالقار، وحوالي العام ٦٠٠ قبل الميلاد، استخدم الملك نبوخذنصر الثاني القار في بناء الجدران ورصف الطرق في بابل.

في أميركا، استخدم الهنود النفط وقوداً ودواء لمئات السنوات، قبل وصول أوائل المستوطنين البيض إلى العالم الجديد. وفي أوائل القرن السابع عشر، وجدت الإرساليات المسافرة، عبر المنطقة المسماة اليوم ولاية بنسلفانيا، هنوداً يغرفون النفط من برك سطحية. وتدلّ بقايا الآبار في شرق الولايات المتحدة على أنّ الهنود تمكّنوا من الحصول على النفط من ترشبات واقعة تحت سطح الأرض.

ومع حلول العام ١٧٥٠، وجد المستوطنون الأميركيون عدداً من نوز النفط في ولايتي نيويورك وبنسلفانيا والمنطقة المسماة اليوم ولاية فيرجينيا الغربية. وقد أنتج بعض الآبار التي حُفرت، بحثاً عن الملح الصخري، نفطاً، ما أزعج منتجي الملح وأبعد أناساً آخرين. وفي العام ١٨٥٧، سوّق صيدلي من بيتسبورج يدعى سامويل م. كاير النفط علاجاً لعدد من الأمراض. وباع أحد سكّان التخوم، كيت كارسون، النفط لتشحيم محاور دواليب العربات التي كان يملكها الرّواد.

وفي أربعينات القرن الماضي، برز للنفط استخدام ثوري. ففي تلك الفترة، اكتشف جيولوجي كندي، يدعى أبراهام جسنر، مادة الكيروسين التي كانت تُقَطَّر من الفحم أو النفط. وقد شاع استخدام الكيروسين لإشعال المصابيح، فارتفع سعر النفط.

بدايات صناعة النفط: يُرجع معظم المؤرخين بدايات صناعة النفط على نطاق واسع إلى العام ١٨٥٩. ففي تلك السنة، حفر قاطع تذاكر قطارات متقاعد، يُدعى إدوين ل. درايبك، بئر نفط قرب تيتشيل في ولاية بنسلفانيا. واستخدم درايبك محركاً بخارياً قديماً لتشغيل الحفارة. وبعدما بدأت البئر تنتج النفط، حفر رواد آخرون آباراً قريبة. وبعد ثلاث سنوات، أنتجت المنطقة كميات من النفط دفعت بسعر البرميل نزولاً من ٢٠ دولاراً إلى ١٠ سنتات.

وفي بدايات ستينات القرن الماضي، حوّل ثورة النفط الحياة في غرب بنسلفانيا جذرياً. فقد غطّت غابات من الدرائك الخشبية مرتفعات المنطقة، وتجمّع آلاف الرّواد في المدن التي تمت، جزاء الفورة النفطية. وفي البداية، نقلت العربات وقوارب الترح النهرية النفط إلى مصافي الساحل الأطلسي. لكنّ الكميات المتزايدة من النفط تطلّبت بعد مدة قصيرة وسائل نقل أكثر فعالية، فأُنشئت السكك الحديدية خطوطاً جديدة إلى الحقول النفطية لنقل الإنتاج. وفي العام ١٨٦٥، بُني أول أنبوب نفط ناجح بين حقل نفطي قرب تيتشيل ومحطة سكك حديدية تبعد ٨ كم. وبعد ١٠ سنوات، ربط أنبوب نفطي بطول ٩٧ كم المنطقة ببيتسبورج.

واكتشف الرّواد أنّ ولايات أميركية أخرى تمتلك احتياطيات نفطية أكبر من تلك الموجودة في

بنسلفانيا. ومع حلول ثمانينات القرن الماضي، كان إنتاج النفط على نطاق تجاريّ قد بدأ في ولايات كنتاكي وأوهايو وإلينوي وإنديانا. وفي العام ١٩٠١، حُفرت أول بئر نفطية متدققة في أميركا الشمالية، وذلك في حقل سيندوتوب في شرق ولاية تكساس. وفي تسعينات القرن الماضي وبدايات القرن العشرين، انضمت ولايتا كاليفورنيا وأوكلاهوما إلى تكساس على قائمة الولايات الأكثر إنتاجاً للنفط. وارتفع إجمالي إنتاج النفط في الولايات المتحدة من ٢٠٠٠ برميل في العام ١٨٥٩ إلى ٦٤ مليون برميل في العام ١٩٠٠.

وانتشر الإنتاج التجاري للنفط في العالم. وبعد إيطاليا، التي بدأ إنتاجها في العام ١٨٦٠، بدأ الإنتاج على التوالي في كندا وبولونيا والبيرو وألمانيا وروسيا وفنزويلا والهند وأندونيسيا واليابان وترينيداد والمكسيك والأرجنتين. وأولى اكتشافات النفط المهمة في الشرق الأوسط كانت في إيران في العام ١٩٠٨. ووجد الرّواد النفط في العراق في العام ١٩٢٧، وفي المملكة العربية السعودية في العام ١٩٣٨. واكتُشفت كميات كبيرة من النفط في سائر دول الخليج بعد ذلك.

تطوّرات أخيرة: ساهم الاستخدام المتزايد باستمرار لمنتجات النفط، لا سيّما في الدول النامية، في رفع مستوى المعيشة للكثيرين. لكنّ ذلك ولّد الكثير من المشاكل.

فعلى الصعيد الدولي، تركّز الصراع على النفط على منطقة الشرق الأوسط، التي تملك أكثر من نصف احتياطيات العالم من هذه المادة. فصناعة النفط في كثير من دول الشرق الأوسط كانت تملكها أو تُديرها شركات أميركية أو أوروبية. في العام ١٩٥١، أتمت إيران ممتلكات هذه الشركات في خطوة هي الأولى من نوعها. وفي أواسط السبعينات من هذا القرن، بات معظم دول الشرق الأوسط يسيطر تماماً على صناعة النفط الخاصة به أو على معظم هذه الصناعة.

التلوث البيئي: خلق إنتاج النفط ونقله واستخدامه مشاكل خطيرة ناتجة عن التلوث البيئي. فالحوادث التي تصيب حاملات النفط والحفارات العاملة أمام الشاطئ، تسبّب أحياناً تسرباً نفطياً يلوّث المياه ويخرب السواحل ويدمر الحياة الوحشية. ويرى البعض أنّ النفط الحارّ المتدفّق في أنبوب عبر ألاسكا قد يضرب بالتوازن البيئي في القطب الشمالي. والوقود المحترق في المركبات الآلية والمعامل الحرارية والمصانع أبرز مصادر تلوث الهواء في أغلبية المدن.

وقد صدرت قوانين عدّة في الولايات المتحدة وكندا وبلدان أخرى للسيطرة على التلوث. وقد وظّفت صناعة النفط أموالاً طائلة لتطوير تقنيات ومنتجات تحدّ من التلوث. ولتقليل المواد الملوثة المنبعثة من عوادم (إشبهانات) السيارات على سبيل المثال، تعاونت شركات النفط ومعامل السيارات لإنتاج غازولين من دون رصاص. لكنّ ازدياد استهلاك النفط عطلّ بعض معام الحرب على التلوث.

مستقبل صناعة النفط: يتوقّع معظم الخبراء أنّ الطلب العالمي على النفط سيتابع وتيرته التصاعديّة في السنوات المقبلة. ويتوقّعون كذلك أنّ اعتماد العالم على نفط الشرق الأوسط سيتزايد بدوره. ويرى كثيرون أيضاً أنّ النفط سيصبح نادراً في أواسط القرن المقبل في حال لم تُكتشف احتياطيات كبيرة جديدة.

لكنّ صناعة النفط قلّصت برامج التنقيب عن احتياطيات جديدة بعد تراجع أسعار النفط في الثمانينات.

والحلّ بعيد الأمد والوحيد لمعضلة الطاقة يكمن في إيجاد مصادر جديدة للنفط. فقد طوّر العلماء تقنيات لتحويل الفحم إلى نفط وغاز، وإنتاج النفط من رمال البيتومين والطفل الزيتي. لكنّ النفط الصناعي المستخرج ما يزال أعلى من أن يُنتج على نطاق تجاريّ واسع. وفي حال استمرت أسعار النفط الطبيعيّ في الارتفاع، قد تمكّن الأنواع الصناعية من منافسة أسعار الأصناف الطبيعيّة.

ربما يتطلّب الأمر سنوات قبل أن تمكّن مصادر النفط البديلة من المساهمة بشكل رئيسي في إنتاج الطاقة عالمياً. حتى ذلك الحين، سيبقى على شركات النفط ومستهلكيه أن يحافظوا على الاحتياطيات الحالية بالفعالية الممكنة والتوفير المتاح.

العلماء والمهندسون يلعبون دوراً حيوياً في صناعة النفط. فالجيولوجيون وعلماء طبيعة الأرض يتقبّون عن النفط فيما يدرس علماء آخرون، كالبیولوجيين وعلماء البيئة، تأثيرات الصناعة النفطية على البيئة. ويشرف مهندسو النفط على حفر الآبار واستخراج النفط. وتوظّف شركات النفط مهندسين في مجالات الكيمياء والهندسة المدنية والكهربائية والميكانيكية. ويتطلّب كلّ هذه الوظائف تدريباً جامعياً، وبات بعض الجامعات تقدّم شهادات في هندسة النفط ومواد مختصة في الجيولوجيا وعلم طبيعة الأرض. وعلى الطلاب المهتمين بالموضوع أن يدرسوا مواضيع مثل الرياضيات والفيزياء والكيمياء. **البتروكيميائيات** مواد كيميائية تُصنع من النفط أو الغاز الطبيعي. وهي من المواد المهمة جداً في الصناعة. فالمعامل تستخدم البتروكيميائيات لصناعة بعض المواد مثل مواد التنظيف والأسمدة والأدوية والدهان والپلاستيك والألياف الصناعية والمطاط الصناعي.

أبرز المواد المستخدمة في الصناعة الكيميائية هي **البتروكيميائيات الرئيسية**، التي يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات بحسب تركيبها الكيميائي: (١) الأوليفينات Olefins و (٢) العطريات Aromatics و (٣) غاز التركيب Synthesis Gas.

أبرز الأوليفينات: **الإثيلين والپروپيلين والبتاديين**. فالإثيلين والپروپيلين مصدران هامان للمواد الكيميائية الصناعية والمواد البلاستيكية. أمّا البتاديين فيُستعمل لصناعة المطاط الصناعي.

أهم العطريات: **البنزين والتولوين** وأصناف **الزایلين**. يُستعمل البنزين لصناعة الصباغات والمنظفات الصناعية. ويُستعمل التولوين لصناعة المتفجرات، أمّا الزایلين على أنواعه فيدخل في تركيب البلاستيك والألياف الصناعية.

أما غاز التركيب فخليط من أول أكسيد الكربون والهيدروجين، يُستعمل في تركيب البتروكيميائيتين: **الأمونيا والميثانول**. وتدخل الأمونيا في صناعة الأسمدة والمتفجرات. أمّا الميثانول فمصدر لتركيب مواد كيميائية أخرى عدّة.

وسائل صناعة البتروكيميائيات: يتألف النفط والغاز الطبيعيّ أساساً من مركّبات العنصرين الهيدروجين والكربون، ولذلك تُسمّى هذه المركّبات **هيدروكربونات**. ويحتوي معظم البتروكيميائيات كربوناً مستخرجاً من مركّبات هيدروكربونية.

النقل والاتصال

النقل هو تحريك الناس والسلع من مكان إلى آخر، أما الاتصال فهو العملية التي تؤمن تبادل المعلومات بين الناس. وكلاهما حيوي بالنسبة لمنهجية العمل في المجتمع. ورغم تفاوت وسائل وطرق النقل العالمية، يستعين الإنسان في جميع أنحاء العالم بالوسيلتين معاً لتحقيق الأهداف المتشابهة.

يستخدم الإنسان في أنحاء العالم كافة بعض وسائل النقل المتزاوجة بين الباصات والشاحنات... ويوصف الاتصال بأنه أحد أنواع النقل، كونه يساهم في انتقال الأفكار والرسائل بين الأفراد والجماعات. وتؤمن أجهزة الاتصال في الدول المتقدمة، والتي غالباً ما تكون في غاية التعقيد، تبادل الأحاديث من داخل المنازل والسيارات وحتى من الطائرات. أما في الدول الأقل تقدماً، فتضطر الشعوب إلى اعتماد أساليب الاتصال البسيطة نفسها، والتي كانت سائدة في القرون الماضية. ففي المناطق النائية والمفتقرة إلى الكهرباء مثلاً، فعلاً ما تُنقل المعلومات بسرعة السائر على قدميه أو الممتطي ظهر الحصان. غالباً ما ترتبط أجهزة النقل والاتصال المعاصرة، ففي المطارات الناشطة مثلاً، يستعين منظمو النقل الجوي بأجهزة الرادار المبرمجة لتعيين مسار الخطّ الجوي للطائرات الهابطة أو المقلبة، ما يرسّخ احتمال التعاون بين أجهزة النقل والاتصال لتأمين النجاح.



الطرق البحرية



النقل البحري: خلال القرن العشرين، ازدادت كمية البضائع المنقولة بشكل متواصل. ويعود ذلك إلى الكلفة المنخفضة للنقل البحري، ما يجعله مناسباً اقتصادياً لكل البضائع التي لا تحتاج إلى أن تنقل بسرعة، مثل المواد الأولية والوقود. ومع أن السفن لا تستعمل كثيراً لنقل الركاب (باستثناء المغذيات)، ولا في نقل البضائع مسافات قصيرة، فقد زادت من حمولتها النافعة بشكل ملحوظ. تظهر الطرق البحرية الرئيسية في الخريطة، إلى اليمين. يشكل النفط أكثر من نصف (حوالي ١٥٠٠ مليون طن) البضائع المنقولة إجمالاً.



النقل على الطريق: يحتل هذا النوع من النقل المرتبة الأولى في النقل البري، بالنسبة إلى الركاب، في المقام الأول، وأيضاً لأنواع معينة من البضائع. في معظم الأحوال، يكون النقل بالمركبات السيارة أسرع من السكة الحديدية وأكثر راحة. وقد عزّز هذا النوع من النقل وجود شبكة كثيفة من الطرق المتعددة الأنواع - طرقاً للشاحنات، الطرق الرئيسية والطرق السريعة - ترافق نشوءها وتطورها مع تطور النقل السيار بشكل عام، والسيارة الخصوصية بشكل خاص. يقدر أن هناك حوالي ١٩ مليون سيارة قيد الإستعمال في بريطانيا اليوم.

النقل الجوي: في أقل من ١٠٠ سنة على بدء النقل الجوي، غيرت آخر وسائل النقل بين القارات مفهومنا للمسافة. من الممكن في غضون بضع ساعات، الوصول إلى أي جزء من العالم تقريباً. (يتم اجتياز الأطلسي في أكثر بقليل من ثلاث ساعات)، وذلك بفضل سرعة طائراتنا. منذ الستينات، حصل تطوّر هائل في كمية النقل الجوي وكثافته على الطرق الجوية الرئيسية. وتتمثل مساوئ هذا النوع من النقل في ارتفاع كلفة الطائرات والمطارات، الذي أضيف إليه أخيراً ارتفاع سعر وقود الطائرات.

النقل بالسكة الحديدية: تتنافس السكة الحديدية بشكل كبير مع النقل السيار وقد حصل تقدم كبير في السنوات الأخيرة على صعيد قطارات الركاب والشحن لتحسين الخدمات. أحد أهم مجالات النقل بالسكة الحديدية هو نقل الركاب على المسافات الطويلة. بالنسبة إلى الكثير من أنواع البضائع، يتنافس القطار مع الشاحنة، التي يمكنها نقل البضائع من الباب إلى الباب وتالياً لا تفترض، مثلاً، نقل البضائع من المصنع إلى المحطة. إنّ النقل بالسكة الحديدية هو الوسيلة الأولى للنقل في البلدان الشاسعة التي تضم عدداً قليلاً من السكان المبعثرين في أرجائها.

التنقل من مكان إلى آخر

تفاوت وسائل النقل عبر العالم بالشكل والتعقيد. ففي منطقة التبت الآسيوية مثلاً، تُستخدم أحياناً الثيران الطويلة الصوف المسماة بالياك لنقل البضائع الثقيلة عبر الجبال الوعرة. وفي جبال أميركا الشمالية، تُعتبر السيارات الرباعية العجلات وغيرها من الآليات المجهزة بالمحركات من وسائل النقل المفضلة. ورغم تفاوت سرعتها ومداهها، يهدف جميع وسائل النقل بشكل عام إلى إيصال الركاب بسرعة وأمان. اعتبرت وسيلة المشي وحمل الأثقال على الظهر والرؤوس، بالإضافة إلى الحيوانات المدجنة والدولاب، من أقدم وسائل النقل. وسمحت الآليات المدوّلة، ومن بعدها السفن الشراعية للإنسان بالسفر ونقل البضائع بشكل أسرع ولمسافات أبعد من أي وقت مضى. وساهمت القنوات والجسور والأنفاق والطرق المعبدة بتسهيل المواصلات. ومع مرور الزمن، أصبحت وسائل النقل أكثر سرعة. وشهدت المئتين سنة الماضية تطور المراكب البخارية والآليات، البخارية منها والمسيرة بمحركات الديزل والسيارات والطائرات، وحتى مكوك الفضاء. وأسهم كل من هذه الوسائل بطريقته الخاصة بإحداث التغيير على أجهزة النقل.

وتعتمد الحضارة المعاصرة على عدة وسائل للنقل: الشاحنات والقطارات والسيارات. والنقل أسامي للتجارة أو حركة تبادل السلع والخدمات. فبدون الصهاريج الضخمة مثلاً، يتعذر وصول كميات النفط اللازمة من الشرق الأوسط إلى اليابان وإلى عدة أجزاء من القارة الأوروبية. كما يتعذر على الدول الشرق أوسطية استلام حاجاتها من البضائع المصنّعة.

وتمكنّت أجهزة النقل المتطورة من جعل العالم يبدو أصغر حجماً. فغالباً ما احتاجت المراكب الشراعية إلى عدة أشهر لعبور المحيط الأطلسي، بينما تعبر البواخر السريعة اليوم في غضون أيام.

النقل البري

يُعتبر النقل البري الأكثر شيوعاً بين أنواع النقل الثلاثة الرئيسية، وهي النقل البري والجوي والمائي. وتشكّل الآليات المدوّلة والمسيرة بطاقة المحركات وسيلة النقل البري الرئيسية، وتشمل السيارات والشاحنات والباصات والدراجات البخارية والقطارات. وكان السفر بالسيارات اكتسب شعبية واسعة منذ ابتكار أول سيارة عملية مسيرة بالبنزين في ألمانيا العام ١٨٨٠.

وفي عدد من الدول النامية، أعاقَت الأراضي الوعرة والاقتصاد المتعثر إنشاء الطرق المعبدة ومدّ خطوط السكك الحديدية، وما تزال أكثرية الناس في تلك الدول تعتمد على وسائل النقل القديمة كالمشي وركوب الدراجات، ونقل البضائع على ظهور الحيوانات أو جرّها بواسطة عربات الخيل أو العربات اليدوية المدوّلة.

وكان لتطوير خطوط السكك الحديدية في القرن التاسع عشر والإنتاج الضخم للسيارات في

القرن العشرين، الأثر في تغيير مجتمعات الدول الصناعية بشكل مفاجئ. فأسهمت خطوط السكك الحديدية في إنشاء أراض جديدة وآثرت على نمو المدن، كما وصلت المدن بالبلدات وعزّزت بالتالي من فعالية العمل التجاري وازدهاره. وأمنت السيارات للمسافرين سهولة التنقل، كما أسهمت في إنماء الضواحي. إنّ اليابان، إلى جانب بعض الدول الأوروبية، تستخدم اليوم قطارات الركاب الفائقة السرعة. ومن المتوقع أن تزداد شعبيتها وأن تضارب على الطائرات في وصول سرعتها إلى حدود الـ ٦٤٠ كم في الساعة. ويعكس بعض محطات القطارات المحلية، تبعد أكثرية المطارات عن المدن الكبيرة التي تستفيد من خدماتها. وفي بعض الأحيان، يستغرق وقت الذهاب إلى المطار الوقت نفسه الذي تستغرقه رحلة الطيران.

تُعتبر خطوط الأنابيب أحد أشكال النقل البري وتستخدم لنقل الإنتاج البترولي، كالغاز الطبيعي وغيرها من المواد عبر المسافات الطويلة.

النقل المائي

استخدم الإنسان وسائل النقل المائي منذ عصور ما قبل التاريخ.

شكّلت الطوافات الشجرية في ما مضى، أسرع وسائل النقل المائي. لكنّها سرعان ما أفسحت المجال أمام المراكب الشراعية الثابتة التي أنشأها المصريون القدماء، حوالي ٣٠٠٠ سنة قبل المسيح. وأتاحت التحسينات التي أدخلت على المراكب الشراعية إمكانية الرحلات البعيدة والاكتشافات الأوروبية للقارة الأميركية. واكتسب النقل المائي السرعة والأمان عبر القرون.

حافظت السفن على مكانتها كوسائل أساسية للسفر عبر البحار حتى العام ١٩٥٠، حيث تمّ تطوير نقّانات الخطوط الجوية التجارية. وأصبحت تُستخدم اليوم لنقل الشحنات الثقيلة عبر المحيط أو غيره من الأجسام المائية المتسعة كالبحيرات الكبرى. كما تُستخدم زوارق القطر لجلب السفن إلى المرفأء، ولتحميل وتفريغ الركاب والبضائع.

وتُستخدم عدة أنواع من السفن لنقل البضائع والركاب. فالمرابك المعذبة Ferry Boat، هي مثلاً وسائل عادية للسفر في القارتين الأوروبية والآسيوية، وبعض أجزاء من أميركا الشمالية. وتُستعمل الطوافات الخشبية المسيرة بواسطة المجاذيف أو السواري في جزر المحيط الهادئ وعدة مناطق استوائية لنقل عبر الأنهار، أو بين الجزر. ويكثر استعمال المراكب الشراعية والزوارق البخارية لأهداف الصيد والنزهات. وتجهّز الزوارق الكهربائية بزعانف تؤمّن الارتفاع لدى زيادة السرعة. وتُستعمل في أمكنة كنهر النيل في مصر. أمّا زوارق الوسائد الهوائية، فتطلق فوق المياه أو اليابسة على وسادة من الهواء الذي تولّده المراوح الجتارة؛ وتُعرف في المملكة المتحدة باسم المراكب المحوّمة



لنقل



للسياحة



ناقلة بضائع



ناقلة بضائع



ناقلة بضائع



ناقلة بضائع



ناقلة بضائع



للسياحة



للتشحن



ناقلة الفاكهة



ناقلة نفط



ناقلة بضائع



للسياحة



للسياحة



ناقلة موز



ناقلة بضائع



للسياحة



ناقلة بضائع



سياحة في بحر الشمال



ناقلة بضائع



للسياحة



للسياحة



للسياحة



للشحن



ناقلة نفط



ناقلة بضائع



ناقلة نفط



للسياحة

والإتصال، بأكثرية أنواعه، حيوي بالنسبة للمجتمع. ويستخدم قادة الدول نوعي الإتصال المكتوب والمسموع للإستعلام عن اهتماماتهم المشتركة حيال بعض الأمور لتجنب المواجهة. ويستخدم العلماء الأقمار الصناعية وغيرها من أجهزة الإتصال المتطورة لمراقبة الأحوال الجوية الخطيرة كالأعاصير. وتُذَرُّ أجهزة الراديو والتلفزيون السكَّان باقتراب العواصف. وفي الدول الصناعية، يستخدم رجال الأعمال المعدات الإلكترونية المختلفة لتزويد وسائل الإتصال بالسرعة والجدارة. فمثلاً، يلَقِّم الباعة في أحد فروع الشركات طلباتهم إلى جهاز الكمبيوتر الذي ينقل بدوره المعلومات إلى مركز الكمبيوتر الرئيسي. ويسجل الزبائن الرسائل على مجيبات الهاتف الآلية.

من الطبول إلى الهواتف

تمكَّن سكَّان ما قبل التاريخ من الإتصال بواسطة الضرب على الأخشاب الفارغة وجذوع الأشجار. كما مكَّنتهم أصوات الطبول من تطوير الرموز الشفوية المؤشرة إلى الحرب والسلام وغيرها من الأنباء.

ومن أقدم سبل الإتصال البعيد المدى، العذَّاون أو السعاة، وراكبو الخيل، والحمام الزاجل، والرجال ذوو الأصوات العالية.

وربما اعتُبرت الكتابة الصورية أو البكتوغراف، أولى صيغ الإتصال الكتابي، المتمثل بصورة لكل فكرة. وحوالي ٤٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ سنة قبل المسيح، تم تطوير الطريقة الكتابية العالمية الأولى في بلاد ما بين النهرين (ميزوپوتاميا) على يد شعوب عُرفت بالسومرية. وسُمِّيت الكتابة المسمارية^(١) Cuneiform، والتي اعتمدت الحرف أو الرمز الوتدي الشكل للمقطع اللفظي.

قبل تطوير الطباعة، كان العدد الضئيل من الكتب الموجودة آنذاك يُنسخ باليد، حرفاً بحرف. وكان هذا يقتصر على الأقلية الضئيلة، نسبة إلى جهل أكثرية الناس في ذلك الوقت أسس الكتابة والقراءة. وينسب معظم المؤرخين إلى جوهان جوتنبرج Johann Gutenberg فضل إدخال نهج الطباعة بالأحرف المعدنية المتحركة إلى أوروبا، باستخدامه قوالب معدنية طباعة خاصة لكل حرف أبجدي، مع حبر زيتي. تسهَّل الطباعة إنتاج الكتب بشكل سريع ومتناسق. وإلى جانب الكتب، بدأ الناس بطباعة الجرائد والمجلات والتقويم. وسرعان ما أصبح الإعلام المطبوع أهم أنواع الإتصال الجماعي.

حتى منتصف القرن السابع عشر، لم تتعدَّ سرعة إيصال المعلومات سرعة سير المركب أو القطار البخاري. باستثناء البرقيات البصرية Visual Telegraph، كانت الأبراج في أوروبا تبث الرسائل بشكل رموز تشاهد عبر التلسكوب ليعاد بثها إلى الأبراج المجاورة حتى تصل إلى

Hover Craft وتستخدم لنقل الركَّاب عبر بحر المانش (القناة الإنجليزية).

النقل الجوي

في ١٧ كانون الأول العام ١٩٠٣، على شاطئ نورث كارولينا، كانت طائرة الأخوين Wright أول آلية معرَّزة وموجهة، إلى جانب كونها أثقل من الهواء ومزوَّدة بمحرك آلي، تمكَّنت من الطيران لمسافة حوالي ٣٧ متراً. وخلال القرن العشرين، حسَّن الطيارون والمخترعون تصاميم الطائرات. وتشمل الطائرات المعاصرة النقل التجاري والطائرات الخفيفة كطائرات الأجرة Air-Taxi، والطائرات المستخدمة في تحديد الحرائق وفي عمليات الإنقاذ، والطائرات العسكرية والمائية، إلى جانب الطائرات ذات الأهداف المحددة كطائرات دز الحبوب Crop Dusters، والمروحيات ذات الإقلاع العمودي أو القصير المدى والمستخدمه في المجال العسكري.

تُعتبر الطائرات حتى الآن، أسرع الوسائل لنقل الركَّاب والبضائع عبر المسافات الطويلة. تطير نقَّات الخطوط التجارية وفق رحلات محدَّدة بسرعة تتراوح ما بين ٨٠٠ و٩٦٥ كم بالساعة، وتمكَّن الطائرات المقلعة من الولايات المتحدة الأميركية وكندا وأوروبا الغربية من الوصول إلى أي اتجاه تقصده بحدود اليوم الواحد. أمَّا في الدول النامية، فعادة ما يتضاءل عدد الرحلات وتحدَّد وجهتها بمكان واحد.

كان النقل الجوي في البداية متعذراً بسبب ارتفاع كلفته. ومع تقدُّم تقنية الطيران، أصبح أكثر فعالية وأقلَّ كلفة، إلى جانب كونه أكثر وسائل النقل سلامة.

عام ١٩٨١، أطلقت الولايات المتحدة الأميركية أول مكوك فضائي، فاتحة المجال أمام النقل الفضائي المستقبلي. يدور المكوك القابل لإعادة الإستعمال، حول الكوكب الأرضي، حاملاً التجارب والأقمار الصناعية والمسابر الفضائية؛ ويعود إلى الفضاء لتشييد أولى الإنشاءات الفضائية الدائمة، والتي ربما تتضمن المصانع والمختبرات ومحطات الطاقة الشمسية، ومع الوقت، الإستيطان الفضائي الأول.

تبادل المعلومات

الإتصال هو عملية تبادل المعلومات بين الأفراد من خلال الرموز والإشارات العادية أو السلوك المنقول بواسطة الرسائل الشفهية أو المكتوبة. ويقسَّم الإتصال إلى نوعين أساسيين، الإتصال البشخصي^(١)، والإتصال الجماعي. ويتمثل الإتصال البشخصي، خلال النقاش الدائر، أو بكلمة هاتفية. أمَّا الإتصال الجماعي، فهو الإتصال الحاصل لدى نقل المعلومات إلى مجموعة من المشاهدين أو المستمعين. ويشمل الكتب والمجلات والجرائد وأجهزة الراديو والتلفزيون.

(١) بشخصي: خاص بالعلاقات بين الأشخاص.

(٢) الكتابة المسمارية: حروف تشبه الحروف البابلية والأشورية القديمة.



قاطرة البواخر



باخرة لنقل المستعبات



الصين: المركب الملكي في بايجينج



بورما: مطعم على متن باخرة في مدينة يانجون

وضعت أجهزة الكمبيوتر الكثير من المعارف العالمية بمتناول أيدينا. وتستمر التطورات مسرعة في مجال الاتصال. فالיום مثلاً، يُحدث استعمال الألياف البصرية ثورة في صناعة أجهزة الهاتف. وهي أسلاك شعرية دقيقة من الزجاج الصافي، القادرة على نقل آلاف المكالمات الهاتفية عبر الإرسال الضوئي البعيد المدى. وتشمل التطورات أنظمة الهاتف الخليوية المتحركة، وهي أجهزة هاتفية بحجم الجيب تسمح بتبادل الاتصالات عبر الشوارع والأسواق التجارية أو أي مكان نذهب إليه.

إنبتق البث الإذاعي الأول من محطة KDKA في بيتسبورج في بنسلفانيا العام ١٩٢٠. وطوّرت المحطّات الإذاعية التجارية الاتصالات من خلال تأمين السرعة الاخبارية والتسليّة للعدد الكبير من المستمعين. ولم يعد الناس مضطّرين إلى انتظار طبع الجرائد لمعرفة الأحداث الجارية.

سمّيت أجهزة التلفزيون في الأصل بـ «المذياع المرئي»، والذي يعود تاريخه إلى حدود العام ١٨٨٤. اخترع العالم الألماني بول نيكو Paul Nipkow آنذاك أسطوانة متلفزة، كانت بمثابة دولاّب مثقّب سريع التدوير مع شاشة خلفية مضئية. قامت الثقوب بتقطيع كلّ صورة إلى آلاف النقاط المستقلة - النظرية الأساسية للبث التلفزيوني. وفي العام ١٩٣٦، استهلّت الشركة البريطانية للإرسال أولى الخدمات التلفزيونية العالمية، مستعينة بالجهاز الإلكتروني المتكامل. وفي العام ١٩٨٧، أحصيت حوالي ١٠,٠٠٠ محطة تلفزيونية تبث البرامج إلى أكثر من ٦٤٨ جهازاً تلفزيونياً حول العالم.

وكمعظم الإنجازات في مجال الاتصالات، تمكّن التلفزيون من جعل العالم يبدو أصغر حجماً، وذلك بالسماح للشعوب المتفرقة بفعل المسافات البعيدة من مشاركة التجارب الواحدة. وبفضل الأقمار الصناعية وغيرها من الأجهزة، تسمح أجهزة التلفزيون لملايين الناس في عشرات الدول من مشاهدة البرامج نفسها في الوقت نفسه.

أمّا الكمبيوتر فيعتبر أحد أبرز التطورات في مجال الاتصال في القرن العشرين. فهو يتمكّن من استيعاب وتنظيم وإيصال كميات كبيرة من المعلومات بدقة وسرعة مذهلتين. فالتطورات التي أدخلت على تصميم الرقائق الصغيرة Microchips، وهي دوائر بحجم سبابة الطفل تؤدي مهامّ الأعصاب المركزية؛ وساعد بعض الكمبيوترات المنفوّقة على تأدية أكثر من مليار ونصف مليار عملية حسابية في الثانية. بينما تمكّن الكمبيوتر الإلكتروني الأول في العالم والمنجز العام ١٩٤٦، من تأدية حوالي ٥٠٠٠ عملية في الثانية، كما احتلّ حجمه فسخة مرآين للسيارات.

يبدو أنّ حشرات الآلات الحديثة لا تحصى، فعلماء الاقتصاد يستخدمون أجهزة الكمبيوتر الدقيقة لتعقّب الأوضاع الاقتصادية والتمكّن من إعلام الأسواق المالية بالإنجازات المستحدثة، ورجال الأعمال يستخدمون الأجهزة نفسها لمراقبة وضبط اتصالات الأقمار الصناعية الطافية على ارتفاع آلاف الكيلومترات من سطح الأرض. ويتمكّن مستخدمو الكمبيوترات الخاصة الذين يصلون أجهزتهم بالخطوط الهاتفية من القيام بالصفقات المالية البسيطة من خلال المصارف المحلية. كما بإمكانهم الاتصال مع مستخدمي الكمبيوترات الأخرى حول العالم بواسطة الأنترنت Internet. وهكذا،

أهدافها؛ واعتمد الإتصال البعيد المدى على وسائل النقل.

تغيّر الوضع برمته بعد بثّ المخترع الأمريكي صموئيل مورس Samuel F.B. Morse الرسالة الأولى عبر الخطّ البرقيّ الأول (التلغراف) من واشنطن إلى بوليمور في ميريلاند، وذلك في ٢٤ أيار العام ١٨٤٤؛ واقتصرت الرسالة التاريخية على جملة «ماذا كتب الله». ويعتمد نظام «مورس» البرقيّ على تقطيع التيار الكهربائيّ المستقرّ للحصول على رسائل بشكل نقاط وخطوط أفقية صغيرة، عُرفت برموز مورس.

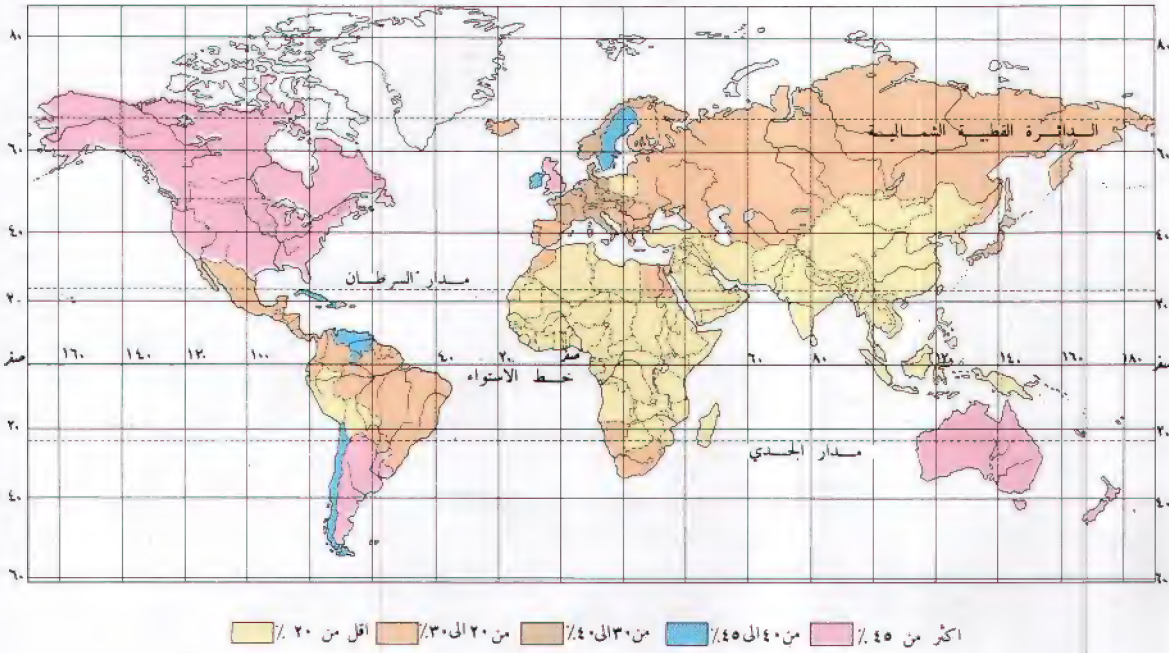
وساعد الإتصال البرقيّ على إنعاش التجارة، وأصبح بالإمكان تبادل الأخبار خلال دقائق بدل الأسابيع.

ولعب الهاتف دوراً هاماً في تطوير وسائل الإتصال. وكان طُوّر على يد المخترع الأمريكي الإسكوتلانديّ الأصل ألكسندر غراهام بل Alexander Graham Bell؛ تضمّن جهازه الهاتفيّ الأول، والحائز على براءة الاختراع، طبلة رقاقية تهتزّ لدى استلام الموجات الصوتية. وفي ١٠ آذار العام ١٨٧٦، تمكّن «بل» من بثّ أول مكالمة عبر الهاتف، وتمّ تركيب الخطّ الهاتفيّ الأول بين بوسطن وسمرفيل في ولاية ماساشوسس العام ١٨٧٧. واليوم تؤمّن التقنية المتطورة، بما فيها مكبرات الإشارات والأقمار الصناعية وخطوط البثّ الخاصة، لمستخدمي أجهزة الهاتف في الدول المتطورة، التحدّث مع الأصدقاء والشركاء عبر المحيطات والقارّات، والتحدّث إلى عدّة أشخاص في وقت واحد، إضافة إلى إمكانية الإتصال من سيارة إلى أخرى بواسطة الأجهزة الهاتفية الخليوية المتحركة.

الراديو والتلفزيون والكمبيوتر

باعتماده على نتائج التجارب الأولية في علم الكهرباء والمغناطيس، برهن المخترع الإيطاليّ جوليئمو ماركوني Guglielmo Marconi إمكانية الإتصال اللاسلكي سنة ١٨٩٦. وتوصّل بعدها إلى بثّ رسالة من ثلاث نقاط برموز مورس للحرف «S» لمسافة ٣,٥٤٠ كم عبر المحيط الأطلسيّ إلى جهاز الإنقاط في نيويورك. وتمّ توليد الكهرباء اللازمة لجهاز البثّ بواسطة محرك مزوّد بالوقود قدره ٢٥ حصاناً، وثبّت الهوائي بواسطة ساريتين طويلتين، ووصل جهاز الإنقاط بهوائي مثبتّ بواسطة شراع مرتفع. بهذا، أثبت ماركوني إمكانية طواف الموجات اللاسلكية حول الأرض.

وفي العام ١٩٠٦، تمّ وصل التيار الهاتفيّ بأول جهاز لاسلكي، سُمّي بعدها بالجهاز البرقي اللاسلكي، وأذيع أول برنامج اختبريّ للصوت والموسيقى من برانت روك في ماساشوسس، والتقطه عمال اللاسلكي عبر سماعات الرأس على متن سفينة تبعد مئات الكيلومترات. واليوم، أصبح بإمكان أكثرية الناس التقاط الإذاعة الصوتية في وقت واحد.



إنّ ارتفاع نسبة العاملين في قطاع الخدمات دون أن يرافقه ذلك ارتفاع مماثل في قطاع الصناعة (كما هو الحال في فينزيولا والتشيلي والأرجنتين)، دلالة على وجود حاجز خطير في وجه التطوّر الإقتصادي.

العامة، بالمعاهدات الجمركية في ما بينها، وتعترف ببعض القوانين التجارية المشتركة، لكنّ التنفيذ الفعلي للمعاهدات، يلاقي صعوبة بين أكثرية الدول الممارسة للنشاط التجاري، رغم التقدّم الكبير الذي تمّ إحرازه في هذا المضمار.

تتواصل التجارة العالمية بين الدول الصناعية التي تفتح الحدود في ما بينها لتبادل السلع والخدمات. وتعتبر دول كندا، وأوروبا الغربية واليابان من أكبر شركاء الولايات المتحدة الأميركية التجاريين. فمعظم البضائع التي يتاجرون بها، يُنتج بالجملة. كما أنّ أكثرية صادرات الدول المتقدمة هي سلع أساسية، كالمواد الغذائية والمعادن، رغم أنّ البعض يحاول تنويع صادراته.

تحتضن التجارة العالمية مجالاً مهماً هو السياحة (النشاط الاقتصادي المعتمد على السياح). والاتجار بالسياحة بالنسبة للعديد من الدول كجامايكا والباهاما، أكثر أهمية من الاتجار بالسلع.

ونسبة لانخفاض كلفة اليد العاملة، أصبح بعض الدول الآسيوية كنيوان، من الدول الرئيسية المصدّرة للأقمشة والمعدّات الكهربائية، وكوريا الجنوبية من الدول المصدّرة للسيارات. كما اكتسبت عدة شركات صفة التعددية الدولية بسبب انتشار مصانعها حول العالم. ويُحتمل أن تدخل الواردات إلى السوق الأميركية مثلاً، من مصانع الشركات الأميركية المتواجدة في الدول الأخرى.

التجارة بالاقتصاد الذاتي - أمّا بالنسبة للتجارة العالمية، فيتّم مبيع وشراء النقد كالسلع. وتعتمد التجارة العالمية بمجملها على الدولار الأميركي كقاعدة للتداول.

يحتد معظم خبراء الاقتصاد الأسواق الحرة أو التجارة الحرة بين الدول. ويعتمد الحجم التجاري في معظم الأحيان على سعر السلع ونوعيتها. على كلّ، فغالباً ما يكون للتجارة الحرة حدودها.

تقيم الحكومات العوائق في وجه التجارة الحرة لحماية إنتاجها المحلي. والعائق الأكثر شيوعاً هو التعريف أو الرسم الجمركي الذي يُدفع على البضائع المستوردة لدى دخولها إلى بلد معين، بهدف رفع أسعارها بالنسبة للمستهلكين. ويفرض معظم الحكومات حصصاً نسبية Quotas لبعض البضائع. أي إنّها تسمح باستيرادها بكميات محدّدة. فالحصّة النسبية مثلاً، تحدّد عدد السيارات المسموح باستيرادها.

وتنظّم التجارة بين دولتين، أو مجموعة من الدول وفق عقود مبرمة، تهدف بمجملها إلى ترسيخ التجارة الحرة. ففي العام ١٩٨٨ مثلاً، اتفقت الولايات المتحدة الأميركية وكندا على إزالة الرسوم الجمركية.

وتتمّ المفاوضات الدولية لتسهيل التجارة العالمية وفق المعاهدة العامة للرسم والتجارة GATT، والتي تشمل المتاجرة بالسلع في أكثرية الدول. وترتبط أكثر من مئة دولة من الدول الموقّعة على المعاهدة

مخازن التجزئة البضائع بكميات صغيرة من المستهلك العادي.

وتسمّى الأسواق التي يتمّ من خلالها تبادل السلع الأساسية كالخطة والمواشي والبتروول والمطاط، بهيئة بورصة السلع والحبوب. وتتمّ العمليات التجارية وفق نظام المزداد العلني المرتكز على كميات وأصناف نموذجية خاضعة لمقاييس محدّدة. كما تباع أسهم الملكية في المؤسسات بطرق مماثلة في الأسواق المالية كأسواق نيويورك ولندن وطوكيو.

وتشرف الحكومات في أكثرية الدول على تنظيم العمليات التجارية. ففي الولايات المتحدة الأميركية مثلاً، سنّ الكونجرس قوانين تمنع الشركات من التآمر على تثبيت الأسعار، والاعلان عن السلع غير المتوفرة في الأسواق، والاستفادة من تشغيل الأولاد. ويهدف التنظيم إلى تأمين العدالة للمنتج والمستهلك، على حدّ سواء.

التجارة العالمية

يسمّى التبادل التجاري للسلع والخدمات بين الشعوب المختلفة بالتجارة العالمية التي تؤمّن للمستهلكين خيارات نوعية أوسع، كما تشجّع المضاربة في الأسواق العالمية المنتجة على تحسين إنتاجهم.

تسمّى ممارسة الشراء من دولة أخرى بالاستيراد، ومبيع دولة أخرى بالتصدير. وتتملك كلّ دولة تقريباً عملتها الذاتية، أو النقد المتداول في التجارة الداخلية -

التجارة

التجارة هي حركة بيع وشراء السلع والخدمات. أمّا هدف التجارة الرئيسيّ فهو تزويد المستهلك بأجود السلع والخدمات بأرخص الأسعار.

والتجارة هي أساس الاقتصاد المالي الحديث. فهي وسيلة التبادل، والمقبولة لدى فريقيّ العمل التجاري. ويسمّى المبلغ المطلوب لشراء مطلق سلعة أو خدمة بالسعر. ويتحكّم في تحديد الأسعار كلّ من المنتجين والباعة والحكومات والمنافسات أو العروض المؤدّية إلى الاتفاق التجاري المسمّى بالعقد.

ولولا المال، لكانت التجارة مجرد تبادل أو مقايضة للبضائع.

دور التجارة

لعبت التجارة دوراً هاماً عبر التاريخ. فلقرون خلت، نقلت القوافل السلع من القارة الآسيوية إلى المستهلكين في أوروبا. ففي القرنين الخامس عشر والسادس عشر، اكتشف الرّوّد الأوروبيون أراضي جديدة خلال سعيهم لاكتشاف المسالك الجديدة إلى الشرق. ومنذ عهد قريب، أنشئت قنوات باناما والسويس لتأمين الخطوط التجارية الأقصر والأوفر. وساعدت التجارة في كافة الأزمنة على تقدّم الحضارات عبر تبادل الأفكار إلى جانب السلع، وعلى تحقيق الحاجات والرغبات البشرية الأساسية كالغذاء والكساء والمأوى. فعندما يرتفع المستوى المعيشي، يميل الإنسان إلى تذوّق المأكّل الأكثر تنوعاً والأغلى ثمناً، والحياة في منازل أفضل، وارتداء أحدث الأزياء. فرغبات الإنسان المعاصر لا تُحَد.

وتحقّق التجارة إمكانية التخصص المهنيّ أو تقسيم الأعمال، ففتح للمصنّع إنتاج الصنف الواحد، وللعامل القيام بالعمل المتخصص، وللزّارع إنتاج نوع محدّد من المحاصيل. والدولة التجارية ليست ملزمة بإنتاج كافة احتياجاتها. فالسعودية مثلاً، تنتج البترول، لكنها لا تصنع أجهزة التلفزيون. كما أنّ اليابان التي تصنع أجهزة التلفزيون لا تملك موارد البترول. ومن خلال التجارة، يمكن لشعبيّ البلدين الحصول على الصنفين معاً.

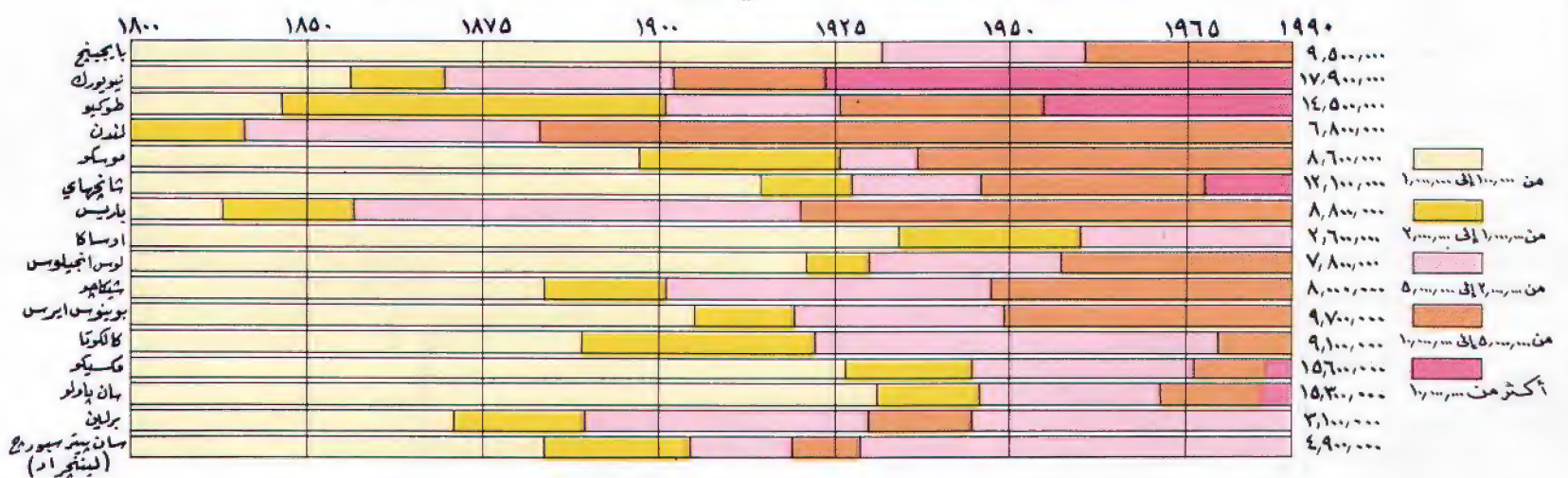
الأسواق

لواصلت النشاط التجاري، على الباعة والزبائن الالتقاء في ما يسمّى بالسوق. وشكّلت أسواق الهواء الطلق أقدم الأمكنة التجارية، التي تمّت فيها صفقات المبادلة وجهاً لوجه. وما زالت هذه الأسواق قائمة في الكثير من الدول.

في الاقتصاد الصناعي، يلتقي المنتجون والمستهلكون من خلال نظام للتوزيع. وهو ترتيب تقليديّ يؤمّن للمنتجين بيع إنتاجهم من تجار يُعرفون بتجار الجملة، والذين يصرفون البضائع بكميات كبيرة إلى تجار التجزئة. وتبيع



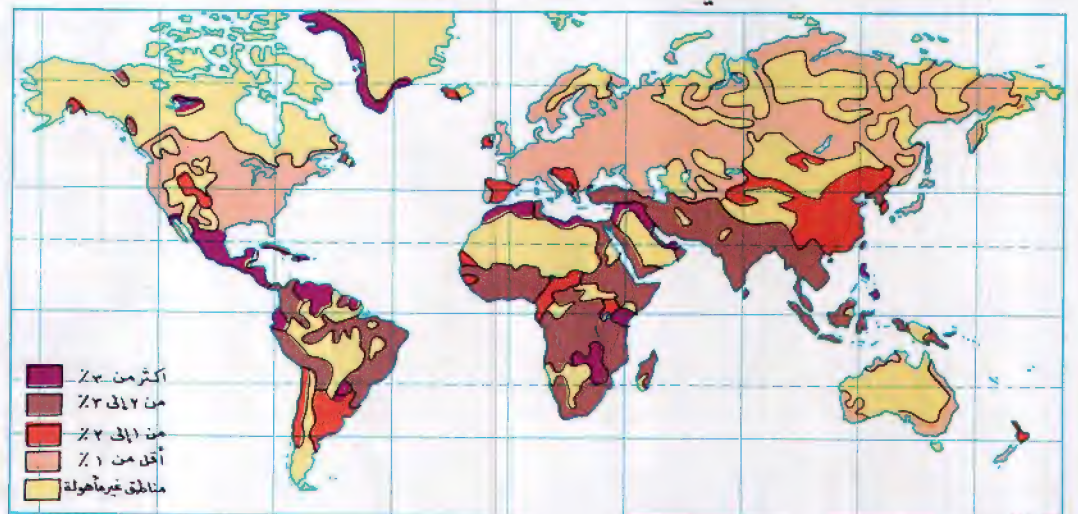
زيادة عدد السكان في المدن الأكثر كثافة سكانية



لوحة رقم ٥



زيادة عدد السكان



كثافة السكان



- مدن فيها أكثر من ١٠,٠٠٠,٠٠٠ ساكن
- مدن يتراوح عدد سكانها بين ٥,٠٠٠,٠٠٠ و ١٠,٠٠٠,٠٠٠ ساكن

السكان

السكان كلمة تُطلق على العدد الاجمالي لسكان مطلق منطقة على الأرض. وربما تكون هذه المنطقة بصغر حي مدني أو بضخامة العالم.

يحدّد التنقل البشري والهجرة والولادة والموت الحجم السكاني. ففي كل خمس عشرة ثانية، يستقبل العالم حوالي مئة مولود. أي إنّ الأرض تستقبل كل يوم مئات الآلاف من البشر، وهذا يعني أنّ الأرض ستستضيف في غضون سنة من اليوم، حوالي ٩٠ مليون مولود إضافي. وهنا يكمن السؤال: كم ستطول بهم الحياة؟ وهل سيتمكنون من تأمين حاجاتهم الأساسية؟ إنّ معرفة التوزيع والنمو السكائين هي هدف مستقبلي بالغ الدقة.

وتسمى دراسة السكان والمواضيع المتعلقة بها بالديموغرافيا، ويسمى العلماء الذين يقومون بالاحصاءات السكانية بالديموغرافيين. يتولّى الديموغرافيون شرح البنود الاحصائية بشأن المجموعات البشرية الكثيفة. وغالباً ما يستعينون بالاحصاءات الرسمية الصادرة دورياً عن الحكومات، كإحدى أهم الوسائل القيّمة المتبعة في هذا المضمار. وتؤمن الاحصاءات الرسمية التعداد السكاني، إضافة إلى غيره من المعلومات.

ويمكن للحكومات أن تستقي المعلومات عن المجموعات البشرية بفحص الاحصاءات الحيوية كالولادات والوفيات والزواج والطلاق وغيرها من المعطيات، لاستخدامها في أهداف مختلفة، كما تقوم بنشرها وتعميمها لتضعها بمتناول الشعب.

تجمع الأمم المتحدة وغيرها من المنظمات الدولية الأرقام السكانية من دول العالم. ولكن، هنالك دول لم يسبق لها أن أحصت عدد سكانها. كما توجد دول عاجزة عن القيام بالاحصاء الدقيق. لهذه الأسباب، تتفاوت الأرقام المنشورة للأعداد السكانية بشكل واسع.

إضافة إلى الحجم السكاني، يستعين الديموغرافيون بالاحصاء الرسمي لاكتشاف عدّة أشياء، منها معدل الولادات الصافية، أي عدد الولادات السنوية بالنسبة الألفيّة. ففي عام ١٩٨٨، كانت نسبة الولادات الصافية في المكسيك ٣٠ بالألف، أما في كندا، فلم تتعدّ الـ ١٥ بالألف.

ويتمكّن الديموغرافيون بمعرفتهم نسبة الزيادة الصافية من حساب الزمن المضاعف، وهو عدد السنوات اللازمة لمضاعفة عدد

السكان في حال استقرار نسبة النمو، ويستعينون بنسبة الوفيات وغيرها من الاحصاءات، للتنبؤ بمتوسط العمر المتوقع، أو عدد السنوات المتوقعة لحياة المولود الجديد. وتعالج إحصاءات نسب وفيات الأطفال تحت عمر السنة بشكل منفصل، وعادة ما تعتبر مؤشراً جيّداً إلى حالة الدولة الصحية بشكل عام. وتُظهر الخرائط والرسوم البيانية المختلفة بوضوح تام، أنواع المعلومات التي يستخدمها الديموغرافيون بشكل عام.

ويوضح الاستفتاء الذي يجريه الديموغرافيون صورة الوضع السكاني بمختلف وجوهه. فيسألون مثلاً عن نوعية الأعمال التي يقوم بها الناس، وعدد العاطلين عن العمل، ونسبة المتزوجين، وعدد طلاب المدارس. وتكشف الأجوبة على هذه الأسئلة الصفات الشعبية التي تشكل المؤشر للوضع الاجتماعي العام.

الأماكن السكانية

يدرس الديموغرافيون التوزيع السكاني أو طرق انتشار الناس فوق المساحات الأرضية. والتوزيع السكاني على الأرض بمنتهى التفاوت. فمعظم الدول الأوروبية مأهولة بكثافة. ويتسبب التضخم السكاني بأزمات خانقة في بعض أجزاء القارة الآسيوية، والتي تستقطب العدد الأكبر من سكان الأرض. ويفوق سكان الهند وحدها سكان نصف الكرة الغربي، أي أستراليا وأوقيانيا (الأراضي الواقعة عند وسط وجنوب المحيط الهادئ). مع هذا، نرى أنّ الأجزاء الأخرى من القارة الآسيوية وغيرها من القارّات، غير مأهولة بما فيه الكفاية. والواقع أنّ حوالي ٣٠٪ فقط من أراضي العالم مأهولة بالسكان. ذلك أنّ المناطق التي يتضاءل فيها السكن، لا تصلح للإستيطان الجماعي الكثيف.

وعادة ما تربط الأماكن السكانية المكتنّزة قواسم مشتركة تستقطب إليها الناس، كالأمطار الغزيرة والمناخ المعتدل والأراضي المنبسطة أو المعتدلة الانحدار، والتربة الخصبة. وهي المقومات الضرورية للزراعة والتي تشكّل المورد الأساسي لسكان العالم. ففي القارة الآسيوية مثلاً، تستقطب مناطق كأودية الجانج الخصبة في الهند ونهر هوانج هو (النهر الأصفر) ويانج تسي كيانج في الصين وغيرها من الأنهار الكبيرة، أكثر من ١٢٠٠ شخص لكل كم^٢. ويقيم معظم سكان مصر في الوادي الخصيب، ودلتا النيل.

وعادة ما ينتشر سكان القارّات في المناطق الساحلية، المحيطة بصفات وديان الأنهار الكبيرة نفسها، وذلك في حال توفر المياه العذبة. كما نما معظم مدن العالم الرئيسية



حول المرفأء الناشطة التي أقمت، في حينها، ازدهار التبادل التجاري مع المدن البعيدة. وتحول بعض القرى الداخلية في بعض الأحيان إلى مدن كبيرة بفضل قربها من خطوط المواصلات والموارد الطبيعية، كمدينة بيتسبورج في بنسلفانيا ومدينة ايشن في ألمانيا، الواقعتين قرب الأنهار والغيتتين بحقول الفحم الحجري.

وتلعب الهجرة دوراً كبيراً بالنسبة للتوزيع السكاني. فمن عام ١٨٨٠ إلى عام ١٩٢٠ مثلاً، هاجر أكثر من ٢٣ مليون شخص من جنوب وشرق أوروبا إلى الولايات المتحدة الأميركية، مفرّغين قرى بكاملها من السكان.

ومنذ عام ١٩٠٠، أثّرت الهجرة من القرى إلى المدن في الدول الفقيرة والنامية، على التوزيع السكاني بشكل واسع. ففي العقود القليلة الماضية، هاجر مئات الملايين، أو حوالي ربع سكان تلك الدول من المناطق

الصفراء الأفريقية المصدر، اجتاحت السكان الأصليين في الفارتين الأميركيتين. وحافظت الحروب والمجاعات التي أدت أحياناً إلى الموت الجماعي من الجوع، على ارتفاع نسبة الوفيات في آسيا وأفريقيا وأوروبا. ولكن في أواخر القرن السابع عشر، بدأت تحصل تغييرات خففت تدريجياً من نسبة الوفيات. نشأت هذه التغييرات في أوروبا الغربية وامتدت إلى أجزاء أخرى من العالم.

كانت التغييرات مهمة لدرجة سُميت أحياناً بالثورات. ويشير المؤرخون إلى الثورة الزراعية كسلسلة تطورات أدت إلى طرق زراعية أفضل، فحسنت البذور والمحاصيل، وزادت من جودة الطعام. وساهمت الثورة الأحيائية Biological Revolution في زيادة عدد السكان. وذلك عن طريق تطوير اللقاحات، وتعزيز الصحة العامة للوقاية من الأمراض، واستحداث المضادات الحيوية لعلاجها.

وشكّلت الثورة الأحيائية جزءاً من الثورة الصناعية التي استبدل فيها العامل البشري بالآليات المسيّرة بالطاقة كالتراكتورات وغيرها من المعدات الزراعية التي تؤمن وفرة الغلال. وساهمت أجهزة النقل المستحدثة، بدورها، في تسهيل الوصول إلى المصادر الطبيعية والغذائية، ووصلت العالم عبر الخطوط التجارية. فانخفضت نسبة الوفيات في أوروبا وغيرها من الدول بشكل ملفت. وطال عمر الإنسان، وكانت النتيجة أن ارتفع عدد سكان العالم بشكل

الريفيّة إلى المدن بهدف تحسين أوضاعهم المعيشية. وسُميت إعادة التوزيع السكاني المتواصل من الأرياف إلى المدن، بالانفجار السكاني الضمني Population Implosion. أما التعبير الأكثر شيوعاً فهو: «الانفجار السكاني» Population Explosion. وهذا لا يشير فقط إلى حقيقة زيادة عدد سكان العالم أكثر من أي وقت مضى، بل يشير أيضاً إلى واقع التقدّم السريع والمفاجيء للنمو السكاني في بعض المناطق منذ نهاية الحرب العالمية الثانية عام ١٩٤٥.

كيفية ازدياد عدد السكان

خلال معظم حقبات التاريخ البشري، اقتصر التغيير في عدد السكان على عملية النمو البطيئة والنقص المؤقت أحياناً في بعض المناطق. ويقدر الديموغرافيون أن ٢٥٠ مليون نسمة عاشوا على الأرض في مستهل الدهر المسيحي منذ ألفي سنة، وأن عدد سكان العالم لم يتضاعف إلى ٥٠٠ مليون حتى حوالي عام ١٦٥٠، حيث ارتفعت نسبة الولادات، وكذلك الوفيات؛ ووقعت الملامة، بشكل واسع، على رداءة التصحيح^(١) وتفشي الأمراض التي أصبحت اليوم خاضعة للوقاية. ففي أواسط القرن الرابع عشر مثلاً، ربما قضى داء الطاعون الدبلي Bubonic plague على ثلث سكان أوروبا. كما أن أمراضاً كالحصبة والجذري التي أدخلها الأوروبيون في القرن السادس عشر، إضافة إلى الملاريا والحمى

(١) التصحيح: تعزيز الصحة العامة.





معظم الدول النامية، والمعتبرة حالياً من الدول الفقيرة، ينخفض إنتاج الحبوب وتندني المداخيل. مقابل ارتفاع عدد السكان.

في عصر مالثوس، ربما تم الاعتقاد ببساطة أن التضخم السكاني هو تفوق عدد السكان على كمية المخزون الغذائي. أما اليوم، فينظر علماء المجتمع إلى مشاكل الكثافة السكانية من منظار البيئة المعيشية ككل، وبنوع خاص الموارد الطبيعية.

فالأرض، مثلاً، مورد غذائي. ولدى ازدياد عدد السكان في الماضي، كانت تُقطع الغابات لإضافة المزارع الجديدة. لكن الوضع تغير اليوم، وأصبح نقص الأراضي الزراعية يتسبب بتفاقم المشاكل الاجتماعية في الكثير من دول العالم. فنجلادش مثلاً، الدولة الأكثر فقراً في العالم، تملك تربة خصبة، لكن أراضيها لا تكفي لاستيعاب عدد سكانها المتضخم، ثم إن الملايين من سكانها الريفيين هم من الفقر بحيث لا يتمكنون من شراء الأراضي. كما إن معظمهم بدون عمل لعدم توفر الفرص.

التي يتباطأ خلالها النمو السكاني أو يتوقف بشكل كلي. وهذا ما يُسمى أحياناً بانعدام النمو السكاني Zero population growth. ونلاحظ أن بعض الدول الأوروبية بلغ المرحلة الخامسة التي يبدأ خلالها عدد السكان بالهبوط التدريجي.

وتشرح نظرية الانتقال الديموغرافي مجرى الأحداث الماضية ومراحل الكيان المختلفة التي تتميز الدول القائمة، لكنها لا تستطيع التنبؤ بدقة بالمستجدات المستقبلية للعقود المقبلة. ذلك أن أهم ما يقلق العالم بالنسبة للعقود القليلة المقبلة هو كيفية أو إمكان انتقال الدول النامية من المرحلة الانتقالية الثانية إلى المرحلة الانتقالية الثالثة بسبب ارتفاع نموها السكاني. فنصف سكان العشرات من تلك الدول هو من الأولاد ما دون سن الخامسة عشرة، والذين سرعان ما ينجبون المزيد من الأطفال. حتى ولو انخفض معدل الخصاب إلى نسبة ولدين للعائلة الواحدة، أي إلى نقطة حلول الأولاد مكان الوالدين، سيستمر عدد سكان تلك الدول بالارتفاع لعدة عقود.

الموارد والناس

في نهاية القرن الثامن عشر، ناقش عالم اقتصاد بريطاني يدعى توماس مالثوس Thomas Malthus، إمكان قصور المخزون الغذائي عن مواكبة النمو السكاني السريع، الشيء الذي سيؤدي إلى المجاعة. لكن التطورات الزراعية الهائلة، إضافة إلى الثورة الصناعية، سرعان ما أثبتت أن الوضع أكثر تعقيداً مما كان يظن «مالثوس». فالعدد السكاني ازداد بالفعل، ولكن بمواكبة الإنتاج الغذائي. ومع زيادة النمو السكاني في أوروبا خلال القرن التاسع عشر، هاجر ملايين الأوروبيين إلى القارة الأميركية، التي قدمت في حينها الأراضي الزراعية الجديدة والواسعة.

واليوم، ربما ينم حوالي ٥٨٠ مليوناً من سكان الأرض وهم جوع. يجوع الملايين كل عام، ويقاسي ملايين الأطفال من التلف الدماغى بسبب نقص التغذية، ويموت الملايين نتيجة الأمراض الناشئة عن الجوع. ولكن، هل يصح الاستنتاج أن المأساة ناشئة عن التضخم السكاني للمناطق المعينة؟ ليس بالضبط. فإلى جانب الحجم السكاني، توجد عدة عوامل يمكنها التأثير على الموارد الغذائية. ويؤكد العدد الكبير من علماء المجتمع أنه في ما يخص الكثافة السكانية يوجد عالمان مختلفان.

ربما يعيش نصف سكان الكرة الأرضية في دول متقدمة أو شبه متقدمة، يحافظون فيها على نسب معتدلة أو منخفضة للولادات الطبيعية. هذه الدول بلغت، على الأرجح، المرحلة الديموغرافية الانتقالية الثالثة، التي ترتفع خلالها الإيرادات والإنتاج الغذائي والمستوى المعيشي العام بشكل مستمر. وحيث يسير التقدم، جنباً إلى جنب، مع التغيير الديموغرافي. ولكن، في القسم الأكبر من العالم الثاني، الذي ترتفع فيه الولادات الطبيعية، يحصل العكس. ففي

مأسوي، إلى حوالي المليار في حدود عام ١٨٠٠. وانخفض بذلك الوقت المضاعف لعدد السكان العالمي من ١٦٠٠ سنة إلى ١٥٠ سنة. ومنذ عام ١٨٠٠، استمر الوقت المضاعف بالهبوط إلى أن بلغ عدد سكان الأرض المليارين بحدود عام ١٩٣٠، وتضاعف إلى ٤ مليارات بعد ٤٥ سنة فقط. من وجهة أخرى، استغرق وصول عدد سكان الأرض إلى المليار آلاف السنين، بينما قفز من ٤ مليارات إلى ٥ مليارات في غضون ١٢ سنة، ما بين عام ١٩٧٥ وعام ١٩٨٧.

الانتقال الديموغرافي

اتخذ الديموغرافيون الدول الأوروبية كنماذج للتعريف عن عوامل تاريخية معينة، جعلت النمو السكاني يبدو وكأنه عملية انتقالية. فالنمو السكاني يرتفع وينخفض وفق توقعات حتمية، لدى مرور الدول عبر مراحل مختلفة من تطورها الاجتماعي والاقتصادي. وتؤلف الحقبات الانتقالية خمس مراحل، تُعرف بمراحل الانتقال الديموغرافي.

في المرحلة الأولى، ترتفع الولادات والوفيات، ويستقر عدد السكان أو يرتفع ببطء شديد. وكانت هذه المرحلة اتخذت طابعاً عالمياً قبل اندلاع الثورة الصناعية. ولكن مع بداية التصنيع، انتقلت في الآونة الأخيرة عدة دول في آسيا وأفريقيا وأميركا الجنوبية والوسطى من المرحلة الأولى إلى المرحلة الثانية.

في المرحلة الثانية، تؤمن العصرية والعناية الطبية المتطورة انخفاض نسبة الوفيات وارتفاع نسبة الولادات بمعدل ستة أطفال للمرأة الواحدة. والسبب أن الدول الفقيرة التي تنخفض فيها الأجور وتندر المدارس، تجد في الأولاد مصدراً لتأمين العمل ومورد الرزق. في هذه الدول، يعمل الأولاد عدة ساعات في اليوم، حتى ولو كانوا طلاب مدارس. فزيادة الأولاد تعني زيادة الإيراد، أو على الأقل مساندة العائلة. أما السبب الثاني لارتفاع عدد الولادات، فيعود إلى التقاليد المتبعة في عدد من الدول التي تعتبر العائلة الكبيرة شأناً حضارياً هاماً. وهذا يعود، بشكل جزئي إلى توقع وفاة الأطفال في أعمار مبكرة. كما يجب ألا ننظر من الحساب العامل الأكثر أهمية والمتسبب في ارتفاع الولادات، وهو عامل الجهل بالوسائل السليمة لتخطيط العائلة بغية تحديد النسل أو عدم إمكان تحمل نفقاتها.

يزداد عدد الأطفال بسرعة فائقة في الدول المتقدمة، عبر مرحلة الانتقال الثانية، لكنه سرعان ما ينخفض لدى انتقال هذه الدول إلى المرحلة الثالثة، أو مرحلة التطور الاقتصادي. والسبب أن النساء عندما يكتسبن المزيد من العلم، ويرتقن في الوظائف يتمهلن في الزواج وينجن القليل من الأطفال. وتشمل هذه المرحلة، في الوقت الحالي، العدد الضئيل من دول أميركا الجنوبية والدول الآسيوية. أما دول الولايات المتحدة الأميركية وكندا وأستراليا ونيوزيلندا، إلى جانب اليابان وجمهورية الاتحاد السوفياتي السابق، فدخلت مرحلة الانتقال الرابعة

اليونان، للتعامل مع الأزمات البيئية الماثلة والمتفاقمة بسبب تكاثر السكان في المدن.

ويؤثر النمو السكاني، بشكل رئيسي، على بيئة الإنسان الاجتماعية؛ فعندما يتسارع النمو السكاني، تواجه الحكومات المزيد من الصعوبات في تزويد شعوبها بمعطيات الصحة العامة وغيرها من الخدمات الاجتماعية، فيتعدّر بناء المدارس أو دفع تكاليفها بالسرعة اللازمة لجميع طلاب العلم. كما يتعدّر تأمين فرص العمل بالسرعة المطلوبة لتوظيف عدد الشباب المتصاعد. وفي إطار هذه الخلفية من الازدحام والبؤس، يهدّد الصراع الاجتماعي بالانفجار.

الأزمات الديموغرافية

يعتقد الخبراء أنّه، في حال عدم حصول ثورة تقنية جديدة، سيجوع المزيد من البشر، وستنهار مجتمعات بكاملها. بهذا، يترتّب على الدول المتقدمة أن تلعب دوراً هاماً بمساعدتها الدول التي تعاني سرعة النمو السكاني، على تطوير أنواع جديدة من الغلال، إلى جانب الكشف عن الموارد الطبيعية كالمعادن والوقود الأحفورية والطعام البحري.

كما يتوجب على الدول المتقدمة أن تُدخل في اعتبارها أزمات الشعوب الفقيرة لدى اتخاذها القرارات الاقتصادية؛ كذلك بإمكانها تقديم العون والمساعدة في عدد من المناطق الهادفة من خلال سياستها أو قوانينها إلى التأثير على النمو السكاني والعلم والعباية الصحية، رغم أنّ التقاليد المحلية والعوامل الأخرى تؤثر على حجم العائلة، مهما حاولت الحكومات.

ويوافق الخبراء على عدم وجود الحلول السهلة للأزمات الديموغرافية. وإنّه ربما فات الأوان بالنسبة لبعض الدول لتفادي الكارثة. ولكن بالنسبة للديموغرافيين، هنالك شيء محتم وهو أنّ النمو السكاني سيظلّ متفجراً لعدة عقود في أجزاء كثيرة من العالم.

حتى مالكو الأراضي في بنجلادش يواجهون تهديداً من نوع آخر، وهو انجراف التربة الناتج عن الفيضانات والنمو السكاني المتسارع.

فخلال فصول الأمطار الموسمية، تفيض أنهار الجانج وبراهماپوترا وغيرها من الأنهار، جارقة معها أحمالاً من الطمي. وفي كلّ عام، ومهما تفاوتت كميات المطر، تغمر المياه المزيد من أراضي بنجلادش المنخفضة.

وتبدأ المشكلة في المناطق الجبلية حيث تنبع الأنهار. ففي منحدرات جبال الهيمالايا، أدى النمو السكاني المتسارع إلى تفريغ الأرض من الأشجار من أجل حطب الوقود. وبدون الأشجار، التي تثبت التربة، لا يتمكّن المطر من النفاذ إلى الأرض، بل ينحدر نحو السفح جارفاً معه الأطنان من التربة.

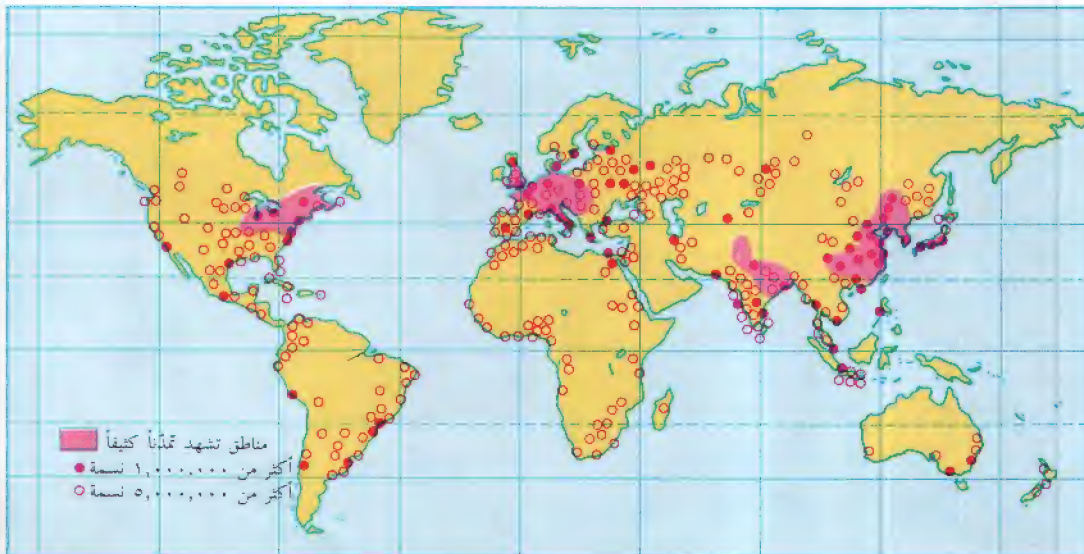
وفي تانزانيا وأثيوبيا، وغيرهما من الدول الأفريقية، يؤثّر النمو السكاني السريع بشكل مأسويّ على المحيط البيئي. فحاجة الناس إلى حطب الوقود أدت إلى إفراغ الغابات على نطاق واسع، معرضة تربتها القيمة لقوى التعرية كالرياح والمياه التي تجرفها إلى البعيد؛ وفي منطقة الساحل في أفريقيا تتسبّب الزراعة المتواصلة، وقطع الغابات والافراط في تسييم الماشية، بإتلاف التربة. وينتج عن ذلك، كلّ عام، بقع واسعة من الأراضي المتحوّلة إلى صحاري غير منتجة. ويعتقد علماء المجتمع أنّ البيئة الطبيعية في الكثير من دول غرب أفريقيا أصبحت عاجزة عن إعالة عدد سكانها المتزايد.

وتسهم الضغوط السكانية في المشاكل البيئية، والتي تشمل بأضرارها الكرة الأرضية بكاملها. فتلوّث الهواء، مثلاً، مشكلة يتقاسمها العدد المتزايد للمدن. فمع ملايين البشر التي تعجّ بهم المدن والضواحي، يتضاعف تأثير نقّات السيارات والمصانع، وينتج عنها الهواء الهزيل النوعية والدخان الضبابي، وفي الكثير من الأحيان الأمطار الحمضية.

ويكافح بعض المناطق التي تعاني الكثافة السكانية كلوس انجيلوس في ولاية كاليفورنيا وأثينا في



المناطق المدينية الكبرى



المملكة العربية السعودية: يزور مكة المكرمة بقصد الحج مئات الآلاف من الحجاج سنوياً. وهنا مشهد للمصلين في الكعبة المشرفة.



بلمانوفا (في الأعلى): يكشف هذا المشهد الجوي التصميم المضلع المميز لبلمانوفا، مركز فريولي الذي بناه البندقينيون بشكل مدينة محصنة في نهاية القرن الخامس عشر. ولا تزال أسوار المدينة وخنادقها قائمة إلى اليوم بشكلها الأصلي.

مشاكل المدن

على رغم أنّ المدن نشأت منذ قرون عدة، فإنّ المشاكل المتأثّبة عن العيش في تجمّعات مدينيّة ضخمة لم تظهر إلّا منذ زمن قريب. ترتدي الحياة المدينيّة مزايا كثيرة بالنسبة إلى الحياة الريفيّة (أجور أفضل، مجالات كثيرة للتسلية ومقابلة الناس، عدد كبير من الخدمات التي يمكن الإستفادة منها)، إلّا أنّ هناك أيضاً مساوئ عدة ترتبط بمدن المناطق المتطوّرة صناعياً واقتصادياً وتلك الواقعة في المناطق النامية.

تتمثّل هذه المساوئ في الضجّة والتلوّث وازدحام السير وارتفاع كلفة المعيشة والدفق المتواصل من الناس القادمين من الريف الذين يجدون بضعوبة، تزيد يوماً بعد يوم، عملاً يعتاشون منه والذين يضطرون إلى السكن في ضواحي المدينة، في بيوت تفتقر في معظم الأحيان إلى أدنى مستلزمات الراحة.

طوكيو، أقصى مدينة إلى الشرق في آسيا: تبيّن الصورة الوسط التجاريّ وشوارع جينزا (في قلب طوكيو) التي تعجّ بسير كثيف وسريع.



المدينة العائمة في هونج كونج: إنّ ضيق المكان على اليابسة والفقر المذع، قد أفضيا، بالقرب من عدد من مدن شرق آسيا (مثل هونج كونج وسنغافورة وبانجكوك)، إلى نشوء مدن حقيقيّة عائمة على الماء، حلّت فيها المراكب محلّ المنازل.

التجوّل في شوارع برشلونة (في الأسفل): إن الحشد الكثيف الذي يتمشّى في الجاذات، حيث تقع الحانات والمتاجر (في برشلونة، تدعى هذه الجاذات Ramblas)، يشكّل ربما إحدى أكثر المميّزات النموذجيّة لطريقة العيش الحديثة.



العرق

يُستعمل مفهوم العرق لتقسيم جنس Homo Sapiens إلى عدة مجموعات، يُعتقد عموماً أنها تشترك في عدد مختار من الخواص المحددة جينياً.

تاريخ مفهوم «العرق»

كان «العرق»، ولا يزال، سبباً لسوء التفاهم والعذابات البشرية، أكثر من أي شيء آخر يمكن تعريفه بكلمة واحدة في أي لغة من لغات العالم. ويفترض السواد الأعظم من الناس المتعلمين في العالم اليوم، أنّ هناك نوعاً من الحقيقة البيولوجية تتوافق مع المعنى المقصود عند استعمال كلمة «عرق». ويشارك في هذا الافتراض الكثير من علماء الأحياء والأثريولوجيين الذين يعتبرون أنفسهم مؤهلين علمياً للتعلّق على مفهوم العرق، إلّا أنّ هناك أسباباً بيولوجية جوهرية تنفي وجود أي كيان كامل وصحيح قد تعبر عنه كلمة عرق. والحقيقة هي أنّ «العرق» هو منشأ اجتماعي ناتج بشكل رئيسي عن مذكرات مشروطة بأحداث التاريخ المدوّن، وليس له أي أساس بيولوجي صحيح. ويبين تاريخ نشأة مفهوم العرق وتطوّره هذا الواقع بوضوح.

ومن الجدير بالذكر أنّ أدب العصر الكلاسيكي القديم لا يتضمن مفهوم العرق، أو تعبيراً قد يُفسّر على أنّه يمثل هذا المفهوم. ولا نجد هذا المفهوم أيضاً في الكتابات الأقدم عهداً الموضوعة في وادي النيل، حتّى وإن كانت الحضارة المصرية تُستعمل إلى اليوم لدعم وجهة نظر أو أخرى تعتبر مفهوم العرق حقيقة محسومة. ومن البديهي أنّ المصريين قد عرفوا طبيعة الشعوب ومظهرهم، من سواحل المتوسط إلى خطّ الاستواء؛ لكن لم يخطر لهم قطّ أن يصنّفوا هذه الشعوب وفقاً لـ «أعراقها». ولم يستعمل هيرودوتس (483 - 425 ق.م.)، «أبو التاريخ»، كلمة عرق أو مفهوم العرق في وصفه الشعوب التي التقاها في رحلته التي صعد خلالها في مجرى النيل. ويستعمل بعض ترجمات كتابه «التاريخ» كلمة عرق، لكنّها الكلمة التي اختارها المترجم لتفسير كلمة «شعب» الواردة في النصّ اليوناني للأصلي.

القرائن التاريخية

كان الناس في العصور الكلاسيكية والقروسطية^(١) مدرّكين تماماً وجود اختلافات في المظهر بين البشر، لكنهم لم يحدّدوها قطّ باستعمال فئات مستقلة. ولكن مع عصر النهضة وحركة التنوير الفلسفية، بدأ مفهوم العرق يظهر.

النظرة القروسطية

عندما كتب الرحالة البندقيّ ماركو بولو حول الصين التي قضّاها في الصين وحول رحلاته في سري لانكا والهند، لم يستعمل قطّ كلمة عرق ولا حتّى مفهوم العرق. وقد تبع الجغرافي العربي الشهير ابن بطّوطة خطّ رحلة ماركو بولو، لكنّه تعدّاه إلى أماكن عدّة أخرى، مثل أفريقيا الغربية والشرقية جنوب الصحراء الكبرى. وعندما اعتزل ابن بطّوطة حياة الترحال، واستقرّ في فاس في المغرب لكتابة مذكراته، لم يستعمل قطّ مفهوم

العرق أو أي تعبير قد يمثّله أو يرمز إليه. ومن جهة أخرى، لم يتردّد ماركو بولو أو ابن بطّوطة في وصف الشعوب ذات البشرة الداكنة، بالسود.

والسبب في عدم استعمال الرحالة والكتّاب الذين سبقوا عصر النهضة أيّ تعبير أو مفهوم يقارب مفهوم العرق، يعود إلى الطريقة التي اكتسبوا بها نظرتهم إلى العالم وإدراكهم إيّاه. فقد قاموا بمعظم رحلاتهم عن طريق البرّ، سيراً على الأقدام أو على ظهر الخيل أو الجمال. وعندما يتنقل المرء في أنحاء العالم على هذا النحو، يكون إحساسه بالاختلاف البشريّ إحساساً غير ملموس، إذ يتداخل شعب بشعب آخر تدريجياً من دون وجود حدود واضحة بين الشعوب المختلفة. ولا يمكن للمسافر أن يلاحظ وجود أيّ اختلاف بيولوجي حقيقيّ لعدّة أيام من السفر في أيّ اتجاه كان؛ وعندما يدرك أخيراً وجود اختلاف لا يفكر به بطريقة تصنيفية. وحتّى عند قطع بعض المسافات خلال الرحلة بطريق البحر، نادراً ما كانت الياينة بنأى عن أنظار هؤلاء الرحالة لأكثر من يوم واحد، وكانت الرحلة تجري عادة على طول السواحل من مرفأ إلى آخر. ويكون إدراك الاختلاف البشريّ، في هذه الحالة أيضاً، متدرّجاً ومن دون حدود ملموسة كما في حالة السفر بالبرّ.

كان عالم الطبيعيات السويديّ كارل فون لينيه Carl Von Linné، المعروف بالشكل اللاتينيّ لاسمه، كارولوس لينوس Carolus Linnaeus، أشهر المصنّفين في حركة التنوير الفلسفية. وفي كتابه «النظام الطبيعي» Systema Naturae، استعمل الفئات التي وضعها علماء المنطق القروسطيون - الطائفة، الرتبة، الجنس، النوع - وطبقها على عالم الطبيعة وجعلها في نظام تراتبيّ. وأقرّ لينوس أيضاً الدمج القروسطي في المنطق الأرسطوطاليسي، حيث رُتبت الفئات المذكورة وفقاً لمقياس تناقص قيمتها - المقياس الطبيعيّ Scala Naturae - من كمال الله المفروض في القمة إلى المادّة اللاحيّة في القاع. وفي الطبعة العاشرة لـ «نظام الطبيعة»، أعطيت الكائنات البشرية اسماً يجمع بين الجنس والنوع هو Homo Sapiens، ولا يزال العلماء والدارسون والجمهور يستعملون هذا الاسم الرسميّ إلى اليوم.

وقسم أيضاً لينوس النوع البشريّ بطريقة ارتجالية إلى أربع فئات إقليمية تتطابق بشكل عامّ مع أقسام العالم الأربعة: Homo Sapiens Afer (الإنسان الأفريقيّ)، وH. Sapiens Americanus (الإنسان الأميركيّ الأصليّ)، وH. Sapiens Asiaticus (الإنسان الآسيويّ)، وH. Sapiens Europaeus (الإنسان الأوروبيّ). وقد ألصق بكل فئة أحد الأخلاط (خصائص المزاج) المأخوذة من نظام الطبيب اليونانيّ الرومانيّ جالينوس Galen: الصفراويّ والغضوب والسوداويّ والدمويّ على التوالي. لم يكن لينوس أوّل من اقترح تسميات إقليمية أو مناطقية للاختلافات في الجنس البشريّ، لكنّ نظامه يُعتبر، عموماً، كنقطة الانطلاق لجميع الأنظمة اللاحقة للتصنيف العرقيّ.

في نظام لينوس ونظام يوهان فريدريش بلومباخ Johann Friedrich Blumenbach



كينيا: من قبيلة الماساي



كينيا: من قبيلة الماساي



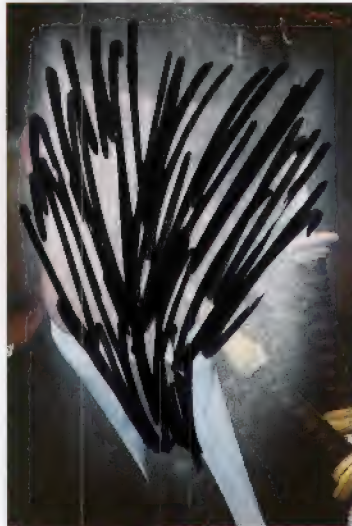
جندبي أردني



أسود أميركي



إنجليترا: رجل إنجليزيّ



إيراندا: رجل من منطقة الهاي لاندز



بيليز: رجل من عامة الشعب ٣٠٣



مصريّ مع جملة

(١) القروسطي: المتعلق بالقرون الوسطى.



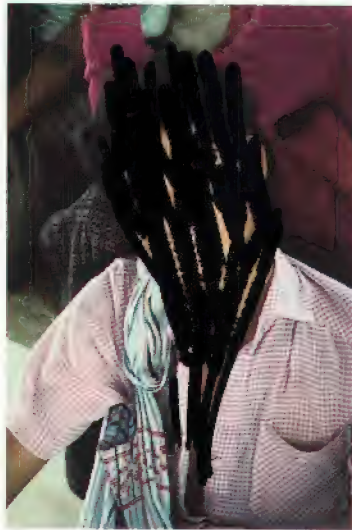
مزارع أميركي



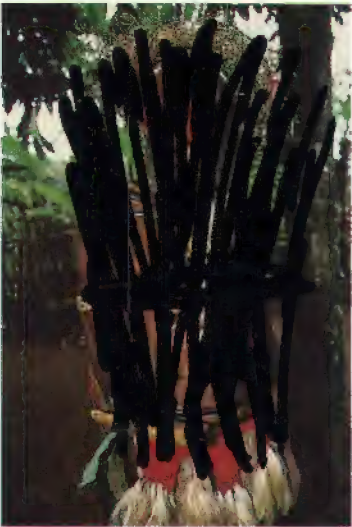
الهند: رجل من راجستان



الهند: رجل دين يحضر لمراسيم زفاف



رجل من ميانمار (بورما)



غينيا الجديدة: رجل من قبيلة هولي



لاوس: بائع متجول



كامبودجيا: رجل محارب



المغرب: رجل من أر ج شبي

الأصليين وهندي من أميركا الجنوبية، ولكن لا يستطيع أحد أن يعطي أيضاً معياراً موضوعياً لاختيار المكان حيث يجب رسم خط فاصل في المساحة الجغرافية المتصلة بين هنود أميركا الجنوبية واليابوزيين، مروراً بالبولينيزيين والميكرونيزيين والميلانيزيين. وفي خيار بديل، يمكن جمع المعطيات الجينية وإجراء تحليل إحصائي مجموعي لإيجاد المجموعات التي تتجمع معاً بصرف النظر عن القرب الجغرافي. لكن هذه التحليل تعطي لسوء الحظ عدّة مستويات من التجمع الترتيبي التدريجي، ويبقى من الضروري اتخاذ قرار كيفي حول المستوى الذي يجب وضع «العرق» فيه. وحتى وإن اعتمد المرء الموقف التاريخي التقليدي، وقسم العالم إلى فوقازيين وأفريقيين سود ومغوليين وآسيويين جنوبيين أصليين وأميركيين أصليين وأوقيانيين وأستراليين أصليين، يبقى السؤال ما إذا كانت الاختلافات «العرقية» في لون البشرة وشكل الشعر وشكل الوجه والقامة والمجموعة اللغوية، التي تميز بوضوح عرقاً من آخر، هي اختلافات نموذجية ناتجة عن تغيير جيني معروف. والحقيقة هي أن مدى الاختلاف الجيني بين «الأعراق» الرئيسية هو أقل بكثير مما قد تدل عليه المظاهر الخارجية. ليس هناك أي اختلاف عرقي على الإطلاق في الـ ٧٥٪ من جميع الجينات البشرية، مع الإشارة إلى ظهور أشكال مختلفة نادرة في مناطق مختلفة.

هناك خاصّة أخيرة يجب أخذها بالاعتبار، وهي لعب دوراً هاماً جداً في بقاء الإنسان، لكنها لا تتوزع بشكل نسبي أو تدريجي أو كجزء من تجمع محلي: إنه الذكاء. لا يمكن ربط الاختلاف في الذكاء بأية اختلافات في الثقافة أو الحضارة في العالم اليوم، إذ إن لا ثقافة أو طريقة حياة معروفة في الوقت الحاضر ترقى إلى أكثر من بضعة آلاف سنة، ويحتاج الأمر لوقت أطول بكثير لكي يتمكن الانتقاء الطبيعي من تغيير خاصّة متعددة الجينات يمثل تعقيد الذكاء. ومن جهة أخرى، كانت جميع المجموعات السكانية البشرية القديمة تعيش الحياة نفسها تقريباً، ولم يتغير الوضع إلا منذ حوالي ١٠,٠٠٠ سنة.

تمزّزت فرص بقاء الجنس البشري خلال ١,٥ مليون سنة الأخيرة بفضل تطوّر القدرة على الكلام، التي كان لها القيمة والفائدة نفسها بالنسبة لجميع البشر في جميع أنحاء العالم. وبمساعدة الكلام (اللغة)، أصبحت المعرفة المتوارثة من الأجيال السابقة - الثقافة - في متناول الأجيال المقبلة التي تستفيد هكذا من خبرة الماضي، فلا تحتاج إلى تعلّم هذه الدروس من جديد عن طريق التجربة والخطأ.

إن الاختيار العالمي الشامل الوحيد المتوقّر لنا اليوم لقدرة الإنسان الفكرية، هو أن جميع أطفال العالم يتعلّمون النطق بلغتهم في السن نفسها ووفق المسار عينه في تزايد القدر على الكلام. إن جميع اللغات البشرية الدرجة نفسها «من» التعقيد المفرداتي والنحوي، ويحتاج تعلّم أي منها إلى القدرة الفكرية عينها. ونظراً إلى أن شعوب الماضي قد أظهرت قدرة متساوية على تعلّم اللغة، فلا سبب يدعو إلى الاعتقاد بأن المتحدثين من تلك الشعوب قد يُظهرون أي اختلافات في القدرة الفكرية.

(الأكثر تأثيراً بين العلماء الأوروبيين الذين خلفوا لينوس)، يُفترض أن الفئات التي ينقسم إليها الجنس البشري، قد ظهرت بعد تحدّر البشر من آدم وحواء في جنة عدن. ولم تكن كلمة «عرق» تُطلق عموماً على الممثلين الإقليميين المذكورين للجنس البشري. وقد فضّل بلوميناخ عبارة «ضرب»، واخترع بعض الأسماء التي بقيت في المفردات الشعبية إلى يومنا الحاضر. ونشر بلوميناخ أطروحته التي قدّمها لنيل درجة الدكتوراه De Generis Humani Varietate Natua «حول الضروب الطبيعية للجنس البشري»، والمعروفة خصوصاً في طبعتها الثالثة المنشورة سنة ١٧٩٥.

يفترض بلوميناخ أن أصل الإنسان يعود إلى مكان ما في الشرق الأوسط. وقبل بفكرة أن جميع الشعوب اللاحقة تحدّرت من أبناء نوح، الذين خرجوا من السفينة فوق جبل آرات. وبما أن هذه المنطقة هي جزء من القوقاز، قرّر بلوميناخ استعمال عبارة «قوقازي» للمتحدّرين المباشرين من أبناء نوح ولشعوب التي لم تتعد كثيراً، سواء كان ذلك من حيث الموقع أو المظهر، عن أسلافهم. واستعمل بلوميناخ أيضاً عبارة «اثيوبي» للإشارة إلى سكّان أفريقيا. ونظراً إلى ازدياد معرفة الأوروبيين بالاختلاف البشري في الشرق الأقصى، وجد بلوميناخ أنه من الضروري تقسيم الفئة الآسيوية في نظام لينوس إلى فئة «مغولية» وأخرى «ماليزية» وتنتمي إلى الفئة الثانية الشعوب التي تسكن جنوب شرق آسيا وأندونيسيا والجزر التي تنتشر حتى بولينيزيا. وكان الضرب «الأميركي» خامس وآخر ضرب في نظام بلوميناخ، كما في نظام لينوس من قبله. وكانت هذه الضروب من البشر مصنّفة ضمناً في مراتب، على مقياس متناسب.

الاختلافات الجينية بين المجموعات

يمكن اعتماد الجينات عينها التي تسبب الاختلافات بين الأفراد لإجراء مقارنة بين الشعوب المختلفة، وذلك على مستويين من التجمع الجغرافي. هناك، أولاً، المجموعات السكانية المحلية التي تتميز بلغة وثقافة مشتركتين، وتشغل عادة منطقة محدودة. في حالات خاصّة مثل العجر، يمكن أن تندمج هذه المجموعة جسدياً مع مجموعات أخرى، لكنّ الخاصّة الأساسية في هذه الحالة هي أن أفراد تلك المجموعة يختارون شركاءهم، إلى حد بعيد، من المجموعة نفسها. ويمكن أن نجد مثل هذه المجموعات حيث يسود زواج الأقارب ضمن بلد واحد، كما يحدث مثلاً بالنسبة للإيطاليين الشماليين والإيطاليين الجنوبيين. ثانياً، هناك تجمّعات جغرافية كبيرة مثل هذه المجموعات السكانية المحلية، وهي ما يُعرف اصطلاحاً بـ «الأعراق» البشرية. ويتوقّف، بالطبع، مدى الاختلاف الجيني بين «الأعراق» على كيفية تحديد هذه المجموعات. ويكون، عادة، عدد هذه «الأعراق» وتقسيمها إلى فئات أصغر أمراً كيفياً تماماً. ويتراوح عدد الفئات العرقية التي يقرّها الأنثروبولوجيون المختلفون، بين ٦ و ٨٠ فئة أو عرقاً. فاستناداً إلى الشكل الخارجي، لا يمكن أن يخلط المرء بين أحد سكّان بابوا (غينيا الجديدة)

أسباب الاختلاف الفردي

إن الحقيقة البيولوجية الجوهرية بالنسبة لكل كائن حي، هي أنه يتطور ويتغير بشكل متواصل منذ لحظة تكونه كخلية منقردة، أو بيضة ملقحة في حالة الكائنات المتوالدة جنسياً، حتى لحظة موته. يزداد الإنسان طولاً حتى نهاية فترة المراهقة، ثم تنكمش قامته من جديد عندما يصبح متقدماً في السن، إذ أن جسمه يعيد امتصاص الكالسيوم من العظام. وتتغير الفيزيولوجيا والسلوك والحالتان العقلية والفسيّة بصورة مستمرة على مدى حياة الإنسان. وينتج هذا التطور المستمر عن دمج مجرى مستديم من الراد (مادة، طاقة...) آت من العالم الخارجي بذات الإنسان، وذلك عبر أنظمة معقدة من السبل الكيميائية الأحيائية وتأثير من جينات الشخص.

وبالتالي، فإن الاختلاف بين الأفراد ينتج عن اختلاف الأزودة البيئية وعن اختلاف البنية الجينية التي تؤثر في هذه الأزودة. ولكن، حتى عندما تكون الجينات والبيئات متماثلة، يختلف مجرى التطور بين شخص وآخر بسبب اضطرابات عشوائية صغيرة في توقيت الانقسام الخلوي وحركة الخلايا. ولهذا السبب، تختلف مثلاً بصمات التوأمن المتماثلين، وتختلف أيضاً بصمات الشخص بين اليد اليمنى واليد اليسرى. وهكذا فإن الاختلافات الجينية والتغيرات البيئية والحوادث («الضجة النمائية») تتفاعل معاً لتوليد اختلاف أو تغير فردي.

وفي بعض التغيرات البشرية، يكون تأثير العوامل الداخلية قوياً جداً، حتى أن الاختلافات البيئية تصبح دون أهمية تذكر. وبحسب ما نعرفه اليوم في مجال البيولوجيا الجزيئية، فإن سلسلة الحموض الأمينية لمعظم البروتينات (ولكن ليس كلها) تتحدد وفقاً لسلسلة الـ «DNA» (حمض الديوكسي ريبونوكليك Deoxyribonucleic Acid) وحدها، ولا تتأثر بالبيئة. ولا يتأثر أيضاً بعض سمات شكل الجسم، مثل شكل الذقن، بالبيئة، ولكن يجب أن يكون المرء حذراً جداً، حتى على هذا الصعيد. يمكن أن تؤدي الممارسات الثقافية إلى تغير شكل الأنف والشفة والأذن والرأس؛ والكثير من الثقافات يغيرها عمداً. وفي الطرف الآخر، نجد اختلافات بين البشر لا يلعب فيها التغير الجيني أي دور يذكر. فعلى سبيل المثال، استوطن أميركا الشمالية مهاجرون ينتمون إلى مجموعات لغوية شديدة التباعد؛ وعلى رغم التباين الكبير بين فونيمات (الخارج الصوتية) اللغات المختلفة، فقد تمكن المتحدرين من هؤلاء المهاجرين من تكلم الانجليزية الشمالية أمريكية من دون لهجة غريبة، ما يدل على أن الاختلافات اللغوية الأصلية ليست جينية. وبحسب معرفتنا الحالية، يستطيع جميع الناس الذين ينتمون ببنية جسدية طبيعية، النطق بأية لغة من لغات العالم بالسهولة عينها، شرط أن يبدأوا بتعلم اللغة في سن مبكرة. ويقع معظم الخواص البشرية في مكان ما، بين البنية البروتينية التي تحددها الجينات بشكل كامل واللغة التي تحددها الثقافة بشكل كامل؛ وتتأثر هذه الخواص بالتفاعل بين التغيرات الجينية والبيئية. ولم يتمكن



الأردن: بدوي من وادي الرم



إنجلترا: إنجليزي يرتدي القبة التقليدية



الهند: بائع الزعفران في كاشمير



الهند: رجل دين من قبيلة سادو



روسيا: رجل من سيبيريا



أميركي أسود يقدم أغانيه



رجل من الهند الشمالية



اليمن: رجل يمني من بيت الفقير



بائع من شمال باكستان



فيجي: بائع زهور



اليابان: رجل دين



هونغ كونج: ممثل مسرحي

العلماء إلى اليوم من تحديد تفاصيل القاعدة الجينية لهذه الخصائص، سوى أنّ الجينات تلعب دوراً معيناً في تشكيلها. وتنشأ صعوبة التحليل من عنصرين أساسيين في منهجية علم الوراثة.

أولاً، تستعمل دراسة القاعدة الجينية الخاصة معينة، التشابهات بين الأفراد المتصلين بيولوجياً بعضهم البعض كعامل أساسي. ولم يطرأ أيّ تغيير يُذكر على طريقة «جريبجور مندل»، الذي استنتج طبيعة وراثية لون حبات البسلي (البازلاء) وشكلها من التشابهات والاختلافات بين الوالدين ونسلهما، وبين النسل في العائلة الواحدة.

والمشكلة التي يواجهها الباحثون في الوراثة عند الإنسان هي أنّ التشابهات بين الأنساء تنشأ من مصدرين مختلفين، جيني وبيئي، وليس من الممكن عموماً فصل أسباب التشابه هذه. في الولايات المتحدة، هناك علاقة متبادلة وثيقة جداً بين الوالدين والأولاد في ما يتعلق بالانتماءين السياسي الحزبي والديني، ولكن لا أحد يفكر حتى في الإشارة إلى أنّ ذلك يثبت وجود جين للانتماء إلى الحزب الجمهوري أو المذهب الميثودي. وقد ركّز الكثير من الأبحاث، في مجال الوراثة، عند الإنسان على الحالات الخاصة، التي يُقال إنها تفصل بين التشابهات البيئية والتشابهات الجينية. فعلى سبيل المثال، إنّ مقارنة الأولاد الذين تم تبنيهم مع والديهم البيولوجيين ووالديهم بالتبني، تستطيع، مبدئياً، إظهار تأثيرات التشابه الجيني، إذ أنّه إذا تم تبني الأولاد في سن مبكرة جداً فأيّ علاقة متبادلة مع والديهم البيولوجيين تكون ناشئة من علاقتهم الجينية.

ولكن، لكي تنجح هذه الطريقة، يجب ألا يكون هناك أية علاقة متبادلة بين الوالدين البيولوجيين والوالدين بالتبني، أو أيّ تأثير بيئي من قبل الوالدين البيولوجيين على الأولاد الذين تم تبنيهم. وبالتالي، فإنه لا يمكن استعمال هذه الطريقة لتحديد الاختلافات الجينية بين السود والبيض، لأنّ التباين المختلط بين الأعراق أمر نادر جداً؛ وحتى عندما يحدث، يكون للون بشرة الطفل تأثير عميق على بيئته الاجتماعية. ونجد شكلاً آخر من المعطيات في المقارنات بين توأمين متماثلين، لهما جينات متماثلة، وتوأمين من بيضتين مختلفتين ولكن من الجنس نفسه، ولا يكون هذان التوأمين الأخيران متماثلين جينياً أكثر من أيّ شقيقين أو شقيقتين غير توأمين. لكن هذه الطريقة تعاني عيباً محتوماً يتمثل في أنّ التوأمين المتماثلين يُعاملان دائماً تقريباً من قبل أفراد العائلة والأصدقاء بشكل مماثل، أكثر ممّا يُعامل التوأمين غير المتماثلين. ويتبع التوأمين المتماثلان قاعدة ثقافية للسلوك تعزّز نفسها بنفسها، فإنهما يلبسان ويتصرفان بشكل متشابه إلى أقصى حدّ ممكن؛ وتُعد أيضاً، على الصعيد القومي، مؤتمرات للتوائم يبارى فيها التوائم المتماثلون لإظهار تشابههم الخارجي.

وتكمن الصعوبة الثانية في المنهجية الجينية، في أنّه إذا تأثرت الخواصّ بأكثر من جين واحد، فلن تتوافق أنماط شكل الوالدين والأولاد مع التوقعات «المندلية» البسيطة، حتى عندما تكون الحساسية للبيئة ضعيفة. أضف إلى أنّه لا يمكن تعيين موقع الجينات بالطرق الجينية.



كندا: حفلة راقصة للسكان الأصليين



غانا: زعيم القبيلة



الهند: مروض الثعابين



ميانمار (بورما): رجل دين



بانغ من بنجلادش



بنجلادش: بائع متجول



كوبا: عامل في مصنع السيجار



جامايكا: ساق في مقهى



أفغانستان: بائع الطيور



رجل من باكستان



تايلاند: رجل دين في معبد بوذي



رجل كندي



الهند: رجل دين من قبيلة سادو



باكستان: رجل من قبيلة جوجرانوالا



ماليزيا: بائع متجول من كوتابهارو



رجلان تركمان



البرازيل: رجل من ريو دي جانيرو



رجل يوناني



الهند: رجل دين مسافر إلى بومباي



الهند: رجل دين من ماتيران



الهند: رجل الكوبرا



محارب فيليپيني



تانزانيا: محارب من قبيلة الماساي



زيمبابوي: رجل يمسك تمساحاً

برغم الادعاءات الواردة في الكتب القديمة التي تبحث في علم الوراثة البشرية، فإننا لا نعرف شيئاً حول التركيب الوراثي للون بشرة الانسان، باستثناء أن الاختلافات الجينية تلعب دوراً أساسياً في تحديد الاختلافات في لون البشرة. ولا نعرف أيضاً عدد الجينات التي تؤثر في لون البشرة، أو ما إذا كانت الجينات التي تخلق الفرق بين الأفريقيين والأوروبيين هي نفسها التي تحدّد الفرق بين الأوروبيين الشماليين والجنوبيين.

لا تحتوي التصنيفات «العرقية» البشرية سوى على القليل فقط من المعلومات الجينية، وهي غير صحيحة على الإطلاق من الوجهة البيولوجية، لذا وجب إسقاطها.

العلم وطبيعة الاختلافات البيولوجية عند الانسان

ترتبط أيضاً الأحجام النسبية لجسم الانسان بقوى الانتقاء البيئية. فالتناس الذين يعيشون منذ أمد بعيد في المناطق الحارة يشهدون استتالة في الأجزاء الطرفية من الذراعين والساقين، ما يزيد من قدرتهم على تبديد الحرارة التي تتراكم تدريجياً عند القيام بأي مجهود بدني في المناخات الحارة. وبما أن الحرارة البيئية تنتج عن أشعة الشمس التي تولّد أيضاً الاشعاع فوق البنفسجي، نجد علاقة متبادلة بين توزيع درجة اصطبغ البشرة ودرجة استتالة الجزء الأقصى من الأطراف، ولكن السبب في ذلك يعود إلى أن قوى الانتقاء التي تتحكّم بتوزيعها تنشأ عن المصدر نفسه.

ويرتبط علو الأنف وطوله بضرورة ترطيب الهواء أثناء الشهيق إلى المستوى اللازم، لكي يحدث تبادل الأكسجين واثاني أكسيد الكربون في الرئتين. وقد عمل الانتقاء الطبيعي لصالح الأنف الطويل والعالي بالنسبة لسكان المناطق ذات المناخ الجاف، إلا أن انخفاض نسبة الرطوبة في الهواء لا يقتصر على المناطق الجافة والحارة. فالهواء البارد أيضاً يحتوي على نسبة منخفضة من الرطوبة، لذا فإن شكل أنف السكان الذين يقطنون، منذ أمد بعيد، المناطق الشمالية القريبة من القطب، مشابه لشكل أنف سكان المناطق الصحراوية الجافة والحارة.

وفي ما يتعلق بالخواص التي تعزّز بقاء الانسان، يتحدّد التوزيع التدرجي لظهورها وفقاً لتوزيع وشدة القوى الانتقائية التي تستجيب لها هذه الخواص، والقوى الانتقائية لا تتحدّد وفقاً للحدود الجغرافية أو السكانية. ونجد أن الأشكال المرتبطة بالحدود الجغرافية والسكانية ليس لها أي قيمة في تعزيز بقاء الانسان. إن العامل الوحيد الذي يتحكّم بهذه الأشكال المحلية هو المتصلية الجينية ضمن منطقة معينة. يرتبط شكل فتحة العين والأذن وخطوط محيط الجمجمة وغيرها من الخواص المماثلة إلى حد ما، بالمنطقة التي تعيش فيها المجموعة السكانية، وهو أمر يدرّكه تماماً المدافعون عن مفهوم العرق التقليدي. ولكن، بما أن الاختلاف في هذه الخواص لا يرتبط باختلاف في القدرة على الرؤية أو السمع، أو أي شيء آخر، فإن هذه الاختلافات تبقى في المجموعات السكانية المحلية بسبب الوراثة فقط، وليس لها أي معنى آخر على الإطلاق. إنها مسألة تشابه عائلي، ولكن على نطاق أوسع.

التلوث البيئي

التلوث البيئي تعبير يشير إلى جميع الطرق التي يؤدي بها النشاط الإنساني البيئة الطبيعية. وقد شاهد معظم الناس التلوث البيئي في شكل مكب نفايات مفتوح أو مصنع يطلق دخاناً أسود. لكن التلوث يمكن أن يكون أيضاً غير مرئي وعدم الرائحة والطعم. فبعض أنواع التلوث لا يوشح فعلياً الأرض أو الهواء أو الماء، ولكن يخفّض نوعية الحياة بالنسبة للإنسان والكائنات الحية الأخرى. فعلى سبيل المثال، يمكن اعتبار الضجّة التي يستبها السير والآلات، نوعاً من أنواع التلوث.

يشكل التلوث البيئي إحدى أخطر المشاكل التي تواجه الإنسان وأشكال الحياة الأخرى في الوقت الحاضر. فالهواء الشديد التلوث يمكن أن يضرّ بالخصيل ويسبب أمراضاً تعرّض الحياة للخطر. وقد خفّض بعض ملوثات الهواء قدرة الجو على صدّ الأشعة فوق البنفسجية المؤذية التي تطلقها الشمس. ويقول الكثير من العلماء أنّ هذه الملوثات وغيرها من ملوثات الهواء قد بدأت تغتير المناخات في جميع أنحاء العالم. ويهدّد تلوث الماء والتربة قدرة المزارعين على إنتاج ما يكفي من الطعام. ويعرّض تلوث المحيطات الكثير من الكائنات البحرية لخطر الزوال.

ويعتبر الكثير من الناس تلوثات الهواء والماء والتربة أشكالاً مختلفة من التلوث. إلّا أنّ مكوثات البيئة المختلفة - الهواء والماء والتربة - تعتمد الواحدة على الأخرى، وتعتمد أيضاً على النباتات والحيوانات التي تعيش في البيئة. وتتألف العلاقات بين الكائنات الحية والأشياء الجامدة في بيئة معينة، ما يُعرف بالنظام البيئي. وتتصل الأنظمة البيئية كافة في العالم الواحد بالآخر. وبالتالي، فإنّ التلوث الذي يبدو أنّه يلحق بجزء واحد فقط من البيئة، يمكن أن يؤثر أيضاً في الأجزاء الأخرى. فعلى سبيل المثال، إنّ الدخان المتصاعد من معمل لتوليد الطاقة قد يبدو وكأنّه يؤدي الجو فقط؛ لكنّ المطر يمكن أن يغسل بعض المواد الكيميائية المضرة الموجودة في الدخان، من الجو؛ ويحملها معه إلى الأرض أو إلى الأجسام المائية.

يأتي بعض أنواع التلوث من نقطة أو مكان محدّد، كما في حالة تصريف مياه المجاري في نهر. ويُعرف هذا النوع من التلوث بالتلوث النقطي المصدر. وتأتي أنواع أخرى من التلوث من مناطق واسعة، كأن يجري الماء من الأراضي الزراعية، ويحمل معه المبيدات والأسمدة إلى الأنهار. ويمكن أن يغسل المطر البنزين والزيوت والملح عن الطرقات ومواقف السيارات، ويحملها معه إلى الآبار التي توفر مياه الشفة. ويُعرف التلوث الذي يصدر عن مثل هذه المناطق الكبيرة، بالتلوث اللانقطي المصدر.

يرغب جميع الناس تقريباً برؤية التلوث يخفّ في البيئة. ولكنّ القسم الأكبر من التلوث الذي يهدّد اليوم صحّة كوكبنا، يأتي من منتجات يرغب بها الكثير من الناس، ويحتاجون إليها. فعلى سبيل المثال، إنّ السيارات توفر للناس الراحة، إذ تؤمّن لهم النقل الفردي، لكنّها تخلق نسبة كبيرة من تلوث الهواء في العالم. وتنتج المصانع سلعاً يستمتع الناس باستعمالها، لكنّ العمليات الصناعية يمكن أن تلوث البيئة أيضاً. وتساعد المبيدات والأسمدة على إنتاج كميات كبيرة من المواد الغذائية، لكنّها تسبّب أيضاً التربة والأجسام المائية.

لأجل القضاء على التلوث أو تخفيفه إلى حدّ بعيد، يجب أن يخفّف الناس استعمالهم للسيارات وغيرها من وسائل الراحة الحديثة؛ ويجب أن يعلّق بعض المصانع أبوابه أو يغيّر طرق إنتاجه. ونظراً إلى أنّ أعمال معظم الناس مرتبطة بالصناعات التي تساهم في تلوث البيئة، فإنّ توقيف هذه الصناعات يزيد من البطالة. وإذا توقّف المزارعون فجأة عن استعمال الأسمدة والمبيدات الكيميائية، فسيكون هنالك كمية أقل من الغذاء لإطعام سكّان الأرض. ولكن، مع الوقت، يمكن تخفيض التلوث بطرق عدّة، دون الإخلال كثيراً بحياة الناس. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تتبنّى الحكومات القوانين اللازمة لتشجيع المؤسسات الإنتاجية على اعتماد طرق إنتاج أقلّ تلوثاً. ويمكن أن يطرّو العلماء والمهندسون منتجات وعمليات إنتاجية نظيفة وأمنة أكثر بالنسبة للبيئة. ويستطيع الأفراد في جميع أنحاء العالم إيجاد طرق بأنفسهم، لتخفيف من تلوث البيئة.

أنواع التلوث:

تشمل أنواع التلوث الرئيسية تلوث الهواء وتلوث الماء وتلوث التربة والتلوث الناتج عن النفايات الصلبة والنفايات الخطرة والتلوث بالضجيج.

تلوث الهواء

هو اختلاط الهواء بمواد مثل الغازات المستهلكة الناتجة عن احتراق الوقود والدخان. ويمكن أن يلحق هذا التلوث ضرراً جسيماً بصحة النباتات والحيوانات وإتلاف المباني وغيرها من المنشآت. وبحسب منظمة الصحة العالمية، إنّ خمس سكّان العالم تقريباً معرضون لمستويات خطيرة من ملوثات الهواء. ويتألف الجو طبيعياً من النيتروجين والأكسجين وكميات قليلة من ثاني أكسيد الكربون، وغازات أخرى، وجسيمات دقيقة من المواد السائلة أو الصلبة. ويجري عدد من العمليات الطبيعية لإبقاء مكوثات الجو في حالة من التوازن. فعلى سبيل المثال، تستعمل النباتات ثاني أكسيد الكربون وتنتج الأكسجين. وتستهلك الحيوانات من جهتها الأكسجين، وتنتج ثاني أكسيد الكربون في عملية التنفس. وتطلق حرائق الغابات والثورانات البركانية غازات وجسيمات دقيقة في الجو، فيغسلها المطر أو تنشرها الريح.

ويحدث تلوث الهواء، عندما تُطلق المصانع والمركبات السيارة كميات كبيرة جداً من الغاز والجسيمات الدقيقة في الهواء، حتّى أنّ العمليات الطبيعية تصبح غير قادرة على إبقاء الجو في حالة توازن. ونجد نوعين رئيسيين من تلوث الهواء: (١) تلوث الهواء الطلق، و(٢) تلوث الهواء الداخلي. **تلوث الهواء الطلق:** تُطلق في الجو، سنوياً، مئات ملايين الأطنان من الغازات والجسيمات الدقيقة. وينتج القسم الأكبر من هذا التلوث عن حرق الوقود لتشغيل السيارات وتدفئة المباني. ويأتي قسم من تلوث الهواء، أيضاً، من العمليات الصناعية والإنتاجية المختلفة. فعلى سبيل المثال، إنّ الكثير من مؤسسات التنظيف الجاف تزيل الأوساخ من الملابس بمادة كيميائية تُدعى البركلور إثيلين. وهي ملوث خطر للهواء. ويمكن أن يطلق حرق النفايات دخاناً ومعادن ثقيلة مثل الرصاص والزيق. ومعظم المعادن الثقيلة موادّ سامة جداً.

يشكّل «الضباب» Smog أحد أكثر أنواع تلوث



الساحلية. ويمكن أن يغير أيضاً أنماط تساقط المطر، فيؤدي إلى المزيد من فترات الجفاف، ويسبب عواصف استوائية عنيفة.

ويحدث تلوث الهواء الداخلي عندما تحتجز مبانٍ، لها أنظمة تهوية سيئة التصميم، مواد ملوثة في الداخل. وأهم أنواع الملوثات الداخلية دخان التبغ، وغازات الأفران، والمواد الكيميائية المستعملة في المنازل، والجسيمات الليفية الصغيرة، والأدخنة الخطرة التي تطلقها مواد البناء مثل المواد العازلة والغراء والدهان. وفي بعض مباني المكاتب، تسبب الكميات الكبيرة من هذه المواد، آلاماً في الرأس وتهيجاً في العينين وغيرهما من المشاكل الصحية لدى العاملين في المكاتب. وتُدعى هذه المشاكل الصحية أحياناً متلازمة، المبني المريض.

ويشكل الرادون، وهو غاز مشع يُطلق في عملية انحلال الأورانيوم في الصخور داخل الأرض، ملوثاً داخلياً مؤذياً آخر. ويمكن أن يسبب هذا الغاز سرطان الرئة، إذا جرى استنشاقه بكميات كبيرة. ويتعرض الناس للرادون عندما يتسرب الغاز إلى الأدوار التحتانية في المنازل المبنية فوق تربة أو صخر مشعّين. ويمكن أن تحتجز المباني الفعالة طاقياً، التي تُبقي الهواء المسخن أو المبرد في الداخل، غاز الرادون في الداخل، ما يؤدي إلى تركيزات مرتفعة من الغاز.

تلوث الماء

يتلوث الماء بمياه المجاري والمواد الكيميائية السامة والمعادن والزيوت وغيرها من المواد. ويمكن أن يلحق التلوث المياه السطحية مثل الأنهار والبحيرات والمحيطات، وأيضاً المياه الموجودة تحت سطح الأرض والمعروفة بالمياه الجوفية. ويمكن أن يؤدي تلوث الماء الكثير من أنواع النباتات والحيوانات. ووفقاً لمنظمة الصحة العالمية، يموت حوالي ٥ ملايين شخص سنوياً بسبب شرب ماء ملوث.

في النظام المائي السليم، تحول دورة من العمليات الطبيعية، الفضلات إلى مواد نافعة أو غير مضرّة. وتبدأ الدورة عندما تستعمل كائنات مجهرية تُعرف بالجرانيم الجيهرائية، الأكسجين المذاب في الهواء لهضم الفضلات. وتطلق عملية الهضم هذه، النترات والفوسفات وغذاءً أخرى (مواد كيميائية) تحتاجها الكائنات الحية لكي تنمو. وتمتص الطحالب والنباتات الخضراء المائية هذه الغذائية، ثم تأكل حيوانات مجهرية، تدعى العلق الحيواني، الطحالب؛ وتأكل الأسماك العلق الحيواني. وتصبح هذه الأسماك بدورها طعاماً لأسماك أكبر منها أو للطيور أو لغيرها من الحيوانات. وتنتج هذه الحيوانات الأكبر حجماً فضلات (غائط...)، وتموت في نهاية الأمر. تحلل الجراثيم الحيوانات الميتة وفضلات الحيوانات، وتبدأ الدورة من جديد.

يحدث تلوث الماء عندما يطرح الناس كمية كبيرة جداً من الفضلات والنفايات في النظام المائي، حتى أنّ عمليات التنظيف الطبيعية تصبح غير قادرة على أداء وظيفتها بالشكل المطلوب. ويقوم بعض النفايات، مثل النفط والحموض الصناعية والمبيدات الزراعية، بتسميم النباتات والحيوانات المائية. وتلوث فضلات أخرى مثل المنظفات الفوسفاتية والأسمدة الكيميائية والسماح الحيواني الحياة المائية بتزويدها بكمية زائدة من الغذائية. وتُعرف عملية التلوث هذه بالتكاثر الغذائي أو التثريف. وتبدأ هذه العملية عندما تدخل كميات كبيرة من الغذائية في النظام

الهواء الطلق شيوعاً. والضبخن هو مزيج ضبابي بني اللون من الغازات والجسيمات الدقيقة. ويتكوّن الضبخن عندما تتفاعل غازات معيّنة يطلقها احتراق البنزين ومنتجات بترولية أخرى مع أشعة الشمس في الجو. ويخلق هذا التفاعل مئات المواد الكيميائية المؤذية التي تشكّل الضبخن.

وإحدى المواد الكيميائية الموجودة في الضبخن هي شكل سام من الأكسجين يدعى الأوزون. فالتعرض لتركيزات عالية من الأوزون يسبب آلاماً في الرأس، وإحساساً بالاحتراق في العينين، وتهيج السبيل التنفسي عند الكثير من الأشخاص. وفي بعض الحالات، يمكن أن يؤدي الأوزون في طبقات الجو السفلية إلى الوفاة. ويمكن أن يلحق الأوزون ضرراً بالحياة النباتية، وحتى أن يقتل الأشجار.

المطر الحمضي تعبير يشير إلى المطر وغيره من الهواطل التي تكون ملوثة بشكل رئيسي بحمض السلفوريك وحمض النتريك. ويتشكل هذان الحمضان، عندما تتفاعل غازات ثاني أكسيد الكبريت وأكسيدات النتروجين مع بخار الماء في الجو. وتأتي هذه الغازات بشكل رئيسي من حرق السيارات والمصانع ومحطات توليد الطاقة، الفحم والغاز والبترو. وتنقل الحموض في المطر الحمضي عبر الهواء والماء، وتؤدي البيئة على مسافات كبيرة. وقد قضى المطر الحمضي على مجموعات كاملة من الأسماك في عدد من البحيرات. كما أنّه يلحق الضرر بالمباني والجسور والتماثيل. ويقول العلماء إنّ التركيزات العالية من المطر الحمضي يمكن أن تؤدي الغابات والتربة. وتشمل المناطق التي تتعرض للمطر الحمضي، أجزاء كبيرة من شرق أميركا الشمالية واسكندنافيا وأوروبا الوسطى.

والمواد الكيميائية المعروفة بالكلوروفلوروكربون هي ملوثات تدمر طبقة الأوزون في طبقات الجو العليا. وتُستعمل هذه المواد في التلّاجات ومكيفات الهواء، ولصنع الهلاستيك الزبداني العازل. ويتكوّن الأوزون - الغاز نفسه الذي يشكل ملوثاً مؤذياً في الضبخن - طبقة واقية في المنطقة العليا من الجو. وتحمي طبقة الأوزون سطح الأرض من أكثر من ٩٥٪ من الأشعة فوق البنفسجية التي تطلقها الشمس. ومع تسبب هذه المواد الكيميائية بترقق طبقة الأوزون، يصل المزيد من الأشعة فوق البنفسجية إلى سطح الأرض. ويؤدي فرط التعرض إلى هذا الإشعاع إلى تضرر النبات، ويزيد خطر الإصابة بسرطان الجلد عند الإنسان.

وتأثير الدفيئة هو ارتفاع درجات الحرارة الناتج عن احتجاز جو الأرض حرارة الشمس. ويأتي تأثير الدفيئة نتيجة عمل ثاني أكسيد الكربون والميثان وغيرهما من غازات الجو التي تسمح لأشعة الشمس بالوصول إلى الأرض، لكنها تمنع الحرارة من مغادرة الجو. وكثيراً ما تُدعى هذه الغازات المحتجزة للحرارة بغازات الدفيئة.

إنّ حرق الوقود وغيره من الأنشطة الإنسانية يزيد تدريجياً كمية غازات الدفيئة في الجو. ويقول الكثير من العلماء إنّ هذه الزيادة في الغازات تزيد من شدة تأثير الدفيئة، وترفع درجات الحرارة في جميع أنحاء العالم. وقد يخلق هذا الارتفاع في درجات الحرارة، الذي يُعرف بالتسخين العالمي، الكثير من المشاكل. ويمكن أن يؤدي تأثير دفيئة قوي إلى ذوبان الجملدات وصفحات الجليد القطبية، فتغمر المياه المناطق



تشكل النفايات الصلبة أحد أسوأ مصادر تلوث التربة، وخصوصاً المواد غير القابلة للانحلال، مثل بعض المواد البلاستيكية.

المائي. وتسبب هذه الغذيات تكاثر الطحالب بشكل مفرط. وكلما نمت الطحالب وتكاثرت، ازداد أيضاً عدد الطحالب التي تموت في الماء. وتستهلك الجراثيم في الماء كميات كبيرة من الأكسجين لتحليل الطحالب الميتة الزائدة. وبالتالي، فإن مستوى الأكسجين في الماء ينخفض، ما يؤدي إلى موت الكثير من النباتات والحيوانات المائية.

وينشأ تلوث الماء من المؤسسات والمزارع والمنازل والمصانع وغيرها من المصادر. ويشمل مياه المجاري والمواد الكيميائية الصناعية والمواد الكيميائية الزراعية وفضلات الماشية. ونجد شكلاً آخر من تلوث الماء في المياه النظيفة، ولكن الساخنة، التي تطرحها محطات توليد الطاقة في المجاري المائية. تُعرف هذه المياه المسخنة بالتلوث الحراري، وهي تلحق الضرر بالأسماك والنباتات المائية بتخفيض كمية الأكسجين في الماء. ويمكن أن يسبب أيضاً تسرب المواد الكيميائية والنفط، تلوثاً مائياً مدمراً يقتل الطيور المائية والحشرات وغيرها من أشكال الحياة البرية.

وتلوث الماء في بعض الحالات، عندما لا يكون هنالك فصل كلي بين مياه المجاري ومياه الشفة النظيفة. ففي بعض أنحاء العالم التي تقتصر إلى مصانع حديثة لمعالجة مياه المجاري، يمكن أن تسرب المياه المملّحة بالفضلات والأقذار إلى مخزون مياه الشفة. ويمكن أن تلوث الجراثيم الحاملة الأمراض الموجودة في الفضلات، مياه الشفة وتسبب أمراضاً مثل الهُتضة (الكوليرا) والزحار (الديزنتاريا). وفي المناطق التي تتمتع بوسائل صحية جيدة، يجري معظم الفضلات الإنسانية في أنابيب تحت الأرض إلى مصانع خاصة لمعالجة مياه المجاري، تقتل الجراثيم المؤذية وتزيل الفضلات الصلبة.

تلوث التربة

تلوث التربة هو إتلاف الطبقة الرقيقة من التربة السليمة والمنتجة، حيث يُزرع القسم الأكبر من طعامنا. ومن غير تربة خصبة، لا يستطيع المزارعون إنتاج ما يكفي من الطعام لسد حاجات سكان العالم.

وتتوقف نوعية التربة الجيدة على الجراثيم والفطور والحيوانات الصغيرة التي تفكّ أو تحلّل الفضلات في التربة، وتطلق الغُذيات. وتساعد هذه الغذيات النباتات على النمو. ويمكن أن تحدّ الأسمدة والمبيدات من قدرة الأحياء الموجودة في التربة على معالجة الفضلات. ونتيجة ذلك، يقضي المزارعون

الذين يستعملون كميات مفرطة من الأسمدة والمبيدات، على إنتاجية تربتهم.

ويمكن أن يصيب أيضاً عدد من الأنشطة الإنسانية الأخرى، التربة بالضرر. ويمكن أن يؤدي ريّ التربة في مناطق سيّئة التصريف إلى ركود الماء في الحقول. وعندما يتجمّع هذا الماء، يخلف وراءه تراكمات من الملح، ما يجعل التربة مالحة جداً، فلا يمكن استخدامها في الزراعة. وتلوث عمليات التعدين والمصاهر التربة بالمعادن الثقيلة السامة. ويعتقد الكثير من العلماء أنّ المطر الحمضي يمكن أن يخفّف أيضاً خصب التربة.

النفايات الصلبة

النفايات الصلبة هي ربما أكثر أشكال التلوث بروزاً للعيان. ففي كل سنة، يطرح الناس بلايين الأطنان من النفايات الصلبة. ويتشكل معظم المواد المطروحة من النفايات الصناعية. وتُعرف النفايات الصلبة الناتجة عن المنازل والمكاتب والمتاجر بالنفايات الصلبة البلدية، وتحتوي على الورق والبلاستيك والزجاجات وعلب الطعام المحفوظ وفضلات الطعام والفضلات الناتجة عن تشذيب الحدائق والمرحلات. ومن النفايات الصلبة الأخرى، نذكر السيارات المكشّرة والمعادن الهالكة ومواد فاضلة من العمليات الزراعية وفضلات عمليات التعدين.

ويطرح التخلص من النفايات الصلبة مشكلة صعبة، لأنّ معظم الطرق المستعملة مضرّة للبيئة. فالمكبات المفتوحة تقصد جمال الأرض الطبيعي، وتشكّل مأوى مفضلاً للجرذان وغيرها من الحيوانات الناقلة للأمراض. ويمكن أن تحتوي المكبات المفتوحة والمطمورة على حدّ سواء على مواد سامة، تسرب إلى المياه الجوفية أو تصبّ في المجاري المائية والبحيرات. ويخلق حرق النفايات الصلبة، دوماً رادع، دخاناً وأشكالاً أخرى من تلوث الهواء. كما أنّ حرق النفايات في الممرّدات يطلق أيضاً مواداً كيميائية سامة ورماداً ومعادن مضرّة في الجو.

النفايات الخطرة

تتألف هذه النفايات من المواد المرمية التي يمكن أن

تهدّد صحة الإنسان ونظافة البيئة. وتكون النفايات خطرة، عندما تحت مواد أخرى أو تنفجر أو تشتعل بسهولة أو تتفاعل بعنف مع الماء أو تكون سامة. وتشمل مصادر النفايات الخطرة المصانع والمستشفيات والمختبرات. ويمكن أن تسبب هذه النفايات إصابات مباشرة عندما يستنشقها الإنسان أو يلمسها أو يبلعها أو يلمسها. وعندما تطمر في الأرض أو تُترك في مكبات مفتوحة، يمكن أن تلوث المياه الجوفية والمحاصيل الزراعية.

وقد سبّب سوء نقل وتدمير الفضلات الخطرة أو إطلاقها غير المقصود، عدداً من الكوارث حول العالم. ففي سنة ١٩٧٨، مثلاً، أدّى تسرب مواد كيميائية خطيرة من مكان لرمي النفايات في منطقة لوف كانال في غرب ولاية نيويورك الأميركية، إلى تهديد صحة السكان المجاورين للمكب. وقد أُجبر مئات الأشخاص على ترك منازلهم. وسنة ١٩٨٤، أدّى تسرب للغاز السام من مصنع للمبيدات في بويل في الهند إلى وفاة أكثر من ٢٨٠٠ شخص، وسبّب أضراراً في العينين وفي السبل التنفسي لدى أكثر من ٢٠,٠٠٠ شخص.

ويمكن أن يلحق بعض النفايات الخطرة أذى كبيراً بصحة الإنسان والحياة البرية والنباتات. وتشمل هذه الملوثات الإشعاعات والمبيدات والمعادن الثقيلة. ويشكّل الإشعاع ملوثاً غير مرئي يمكن أن يلوث أي جزء من البيئة. ويأتي القسم الأكبر من الإشعاع من مصادر طبيعية مثل المعادن وأشعة الشمس. ويستطيع العلماء أيضاً إنتاج عناصر مشعة في المختبر. ويؤدي التعرّض لكميات كبيرة من الإشعاع إلى إلحاق الضرر بخلايا الجسم، ما قد يسبّب الإصابة بالسرطان.

وتطرح النفايات المشعة التي تأتي من المفاعلات النووية ومصانع الأسلحة، مشكلة بيئية خطيرة. وسيبقى بعض هذه النفايات مشعاً لآلاف السنين. يشكّل خزن النفايات المشعة بشكل آمن، عملية صعبة ومكلفة على حدّ سواء.

يمكن أن تنقل المبيدات على مسافات كبيرة في البيئة. فعندما تُرشّ المبيدات على المحاصيل أو

الحدائق، يمكن أن تحملها الرياح إلى أماكن أخرى. كما يمكن أن تجري مع مياه المطر وتصبّ في المجاري المائية القريبة، أو تتسرب في التربة وتصل إلى المياه الجوفية. ويمكن أن يبقى بعض المبيدات عدّة سنوات في البيئة وينتقل من كائن إلى آخر. فعندما توجد المبيدات في مجرى مائي، مثلاً، تمتصّها الأسماك الصغيرة وغيرها من الكائنات. وتتراكم كميات أكبر من هذه المبيدات في جسم الأسماك الأكبر حجماً التي تأكل هذه الكائنات الملوثة.

إنّ عمليات التعدين وممرّدات النفايات الصلبة والعمليات الصناعية والسيارات يمكن أن تطلق جميعها معادن ثقيلة في البيئة. وتشمل هذه المعادن الرصاص والزنك. وعلى غرار المبيدات، تبقى المعادن الثقيلة وقتاً طويلاً في البيئة، ويمكن أن تنتشر فيها. ومثل المبيدات أيضاً، يمكن أن تتراكم هذه المعادن في العظام وغيرها من الأنسجة العضوية في الحيوانات. وفي الإنسان، يمكن أن تلحق المعادن الثقيلة أضراراً جسيمة بمختلف الأعضاء الداخلية والعظام والجهاز العصبي. ويسبّب الكثير منها أيضاً مرض السرطان.

التلوث بالضجيج

يصدر هذا النوع من التلوث عن الآلات مثل الطائرات والمركبات والسيارة وآلات البناء والتجهيزات الصناعية. ولا يوشخ الضجيج الهواء أو الماء أو الأرض، لكنه يسبّب إزعاجاً وفقدان السمع عند الإنسان والحيوانات الأخرى.

السيطرة على التلوث

تتوقّف السيطرة على التلوث على الجهود التي تبذلها الحكومات والعلماء والمؤسسات التجارية والصناعية والزراعة والمنظمات البيئية والأفراد.

عمل الحكومات

في الكثير من الدول حول العالم، تسعى الحكومات إلى إزالة التلوث الذي يفسد الأرض والهواء والماء. وتقوم الحكومات المحلية والوطنية، على حدّ سواء، بجهود في هذا المجال. إضافة إلى ذلك، فقد بُذلت جهود على المستوى الدولي لحماية موارد الأرض.



تظهر الصورة دفق المياه الملوثة من مصنع للصلب في بولتيومور، في الولايات المتحدة.

أجهزة، تُعرف بالخلايا الكهربائية الضوئية، أشعة الشمس مباشرة إلى كهرباء. وتنتج محطة توليد للطاقة تستخدم هذه الخلايا في ساكرامنتو في ولاية كاليفورنيا، ما يكفي من الكهرباء لسد حاجات ١٠٠٠ منزل.

المؤسسات التجارية والصناعية

اكتشف الكثير من الشركات أنّ التسبب بتلوث أقل مفيد للأعمال. وقد وجد بعض هذه المؤسسات أنّ تخفيض التلوث يحسن صورتها لدى الجمهور ويوفر عليها المال. وطوّرت شركات أخرى منتجات أو مستوعبات وغلافات غير مضرّة بالبيئة لتلبية رغبات المستهلكين. وتقوم مؤسسات أخرى بتطوير أنظمة لضبط التلوث، إذ تعتبر أنّ القانون سيجبرها على ذلك قريباً على أية حال. ويحدّ بعض الشركات التلوث لأنّ الأشخاص الذين يديرونها يرغبون في ذلك.

في الماضي، كان التخلص من النفايات عملية غير مكلفة بالنسبة لمعظم المؤسسات. أمّا اليوم، فإنّ المواقع القانونية المخصصة لطرح النفايات تقلّ يوماً بعد يوم، ويتطلّب استعمالها كلفة عالية. لذلك، فقد وجد الكثير من المؤسسات سبلاً لإنتاج كمية أقلّ من النفايات. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يستعمل الصناعيون حدّاً أدنى من التغليف ويختاروا موادّ للتغليف قابلة لإعادة التدوير. وعندما يكون التغليف خفيفاً، يستعمل الموزعون كمية أقلّ من الوقود لنقل المنتجات، إضافة إلى أنّ المستهلك يرمي كمية أقلّ من المستوعبات أو الغلافات، وينتج كمية أقلّ من القمامة.

ويتخصّص الكثير من المؤسسات في أشكال مختلفة من معالجة التلوث. ويُتوقّع أن تصبح الأعمال التي تهتمّ بتخفيف التلوث وإزالته، إحدى أسرع الصناعات نمواً في المستقبل. فعلى سبيل المثال، إنّ بعض الشركات المتخصصة

طير قتله التلوث بالنفط



١٩٩٦، كان معظم الدول الصناعية قد توقّف عن إنتاج هذه المواد.

في سنة ١٩٩٢، التقى ممثلون عن ١٧٨ بلداً في ريو دي جانيرو في البرازيل للمشاركة في مؤتمر البيئة والتنمية الذي دعت إليه الأمم المتحدة. وكان هذا المؤتمر، الذي عُرف بقمة الأرض، أحد أهم المؤتمرات البيئية العالمية التي عُقدت في العالم. وقد وقّعت الدول الأعضاء في الأمم المتحدة اتفاقيات حول الوقاية من ارتفاع درجات الحرارة على الأرض، والحفاظ على الغابات والأنواع المهددة بالانقراض، وغيرها من المواضيع.

الجهود العلمية

دفع تزايد القلق في ما يتعلق بالبيئة، العلماء والمهندسين إلى البحث عن حلول تكنولوجية. ويسعى بعض الأبحاث إلى إيجاد طرق لإزالة التلوث أو السيطرة عليه. وتهدف أبحاث أخرى إلى الوقاية من التلوث. ويجد الكثير من الباحثين الصناعيين، يوماً بعد يوم، طرقاً اقتصادية أكثر لاستعمال الخروقات وغيرها من المواد الخام. ونتيجة هذه الأبحاث، يستعمل، اليوم، بعض المدن الأوروبية حرارة النفايات التي تولّدها محطات توليد الطاقة أو مرّمّدات القمامة لتدفئة المنازل. وتحرق محرّكات السيارات الجديدة البنزين بشكل أنظف وأكثر فعالية من المحرّكات القديمة. وقد صنع الباحثون، كذلك، سيارات تستعمل وقوداً نظيفاً للاحتراق مثل الميثانول (نوع من الكحول) والغاز الطبيعي. وفي البرازيل، يستعمل بعض السيارات نوعاً آخر من الكحول يُدعى الإيثانول كوقود. ويعمل العلماء أيضاً على صنع سيارات تستطيع استخدام غاز الهيدروجين كوقود. ولا ينتج الهيدروجين أيّ تلوث يُذكر، عند احتراقه.

ويبحث أيضاً العلماء والمهندسون في سبل توليد الكهرباء بكلفة أقلّ من مصادر طاقة قابلة للتجديد مثل الرياح والشمس، والتي لا تسبّب أيّ تلوث يذكر أو أيّ تلوث على الإطلاق. وتؤمّن اليوم حقول واسعة من الطواحين الهوائية، معروفة بمزارع الرياح، حوالي ١٪ من الكهرباء في كاليفورنيا وأكثر من ٢٪ في الدانمارك. وتحوّل

المتحدة البنزين الذي يحتوي على الرصاص ودهان المنازل الذي يعتمد الرصاص كمكوّن رئيسي، لكنها تسمح باستعمال الرصاص في البطاريات ومواد البناء والدهان الصناعي. وعلى الرغم من الاستمرار في استعمال الرصاص في بعض المنتجات، فقد خفّفت القيود، الموضوعّة على استعمال المعدن في الدهانات والبنزين، المشاكل الصحية التي يسببها.

وتحدّ قوانين أخرى لضبط التلوث إطلاق الملوثات في البيئة عوضاً عن حظرها. ففي الولايات المتحدة، خفّف قانون الهواء النظيف (١٩٧٠) وتعديلاته إطلاق الماء غير المعالج والمواد الكيميائية المؤذية في الأنهار والأجسام المائية الأخرى.

وتستخدم الحكومات استراتيجيات أخرى للحدّ من التلوث، هي فرض غرامة على الشركات التي تلوث البيئة. فاستراليا وعدد من الدول الأوروبية تفرض غرامة على المؤسسات التي تلوث الماء. وتمتدّ هذه الغرامات الشركات على الاستثمار في التجهيزات الضابطة للتلوث أو على اختراع طرق عمل أقلّ تلوثاً. ويمكن أن تفرض الحكومات أيضاً ضرائب على المنتجات التي تلوث البيئة. فعلى سبيل المثال، إنّ معظم الدول الإسكندنافية يفرض ضريبة على الزجاجات التي لا تُردّ. ويفرض بعض القوانين على المؤسسات، إخطار الجمهور بعدد الملوثات التي تطلقها في البيئة. وقد دفع هذا القانون بعض الشركات إلى إيجاد طرق للتخفيف من التلوث، كي لا يأخذ المستهلكون فكرة سيئة عنها ويمتنعوا، ربما، عن شراء منتجاتها.

وتنظّم الحكومات أيضاً عملية التخلص من النفايات الصلبة والخطرة. ووفقاً لقوانين الولايات المتحدة، يجب أن يُعطى داخل الحفر التي تُطمر فيها النفايات طبقة مزدوجة من المواد غير الفيزية مثل الصلصال والبلاستيك، تساعد على منع تسرب المواد الكيميائية السامة إلى مخزون المياه. ويجب أن تُرصد مرّمّدات القمامة بأجهزة تمنع إطلاق الغازات والجسيمات الدقيقة المؤذية في الجو.

الجهود العالمية

ظهرت صعوبة كبيرة في السيطرة على عدّة أشكال من التلوث البيئي لأنّ موارد الأرض العالمية، أي المحيطات والجو، ليست ملكاً لشخص واحد أو بلد واحد. وللسيطرة على التلوث، يجب أن يعمل سكّان العالم سوياً.

ومنذ سبعينيات القرن العشرين، يلتقي ممثلون عن عدّة دول في العالم للتباحث في وسائل الحدّ من التلوث الذي يصيب الهواء والماء. وقد أنشأت هذه الدول معاهدات بيئية للمساعدة على السيطرة على مشاكل بيئية خطيرة، مثل المطر الحمضي وترقّق طبقة الأوزون ورمي النفايات في البحر. وفي معاهدة دُعيت «بروتوكول مونريال حول المواد التي تتلف طبقة الأوزون»، والتي بدأ العمل بها سنة ١٩٨٩، اتفقت أهمّ البلدان المنتجة للمواد الكلورو فلورو كربونية على التوقف تدريجياً عن إنتاج هذه المواد. وفي سنة ١٩٩١، فرض تعديل المعاهدة حظراً كاملاً على إنتاج هذه المواد الكيميائية في سنة ٢٠٠٠. وفي سنة

الجهود المحلية

سنّ الكثير من الحكومات المحلية قوانين للمساعدة على تنظيف البيئة. ففي سنة ١٩٨٩، مثلاً، تبنت ولاية كاليفورنيا الأميركية خطة لمدة ٢٠ سنة لأجل تخفيض تلوث الهواء في منطقة لوس أنجلوس، التي سجلت أسوأ نوعية هواء في الولايات المتحدة. وتضمنت الخطة تدابير لتقييد استعمال المركبات المحرّكة بالبنزين ولتشجيع استعمال النقل العام.

ويمكن أن تسنّ الحكومات المحلية أيضاً قوانين لإعادة التدوير. وإعادة التدوير هي عملية مخصصة لاسترداد المواد وإعادة استعمالها بدلاً من رميها. ففي فيينا (عاصمة النمسا)، مثلاً، يجب على المواطنين فصل قماماتهم في مستوعبات مخصصة للورق، وأخرى للبلاستيك، والمعادن، وعلب الألومنيوم، والزجاج الشفاف، والزجاج الملون، وفضلات الطعام والحديقة. ويحظر بعض المدن طمر فضلات تشذيب الحدائق والمرجآت لأنها تشغل مكاناً واسعاً. وتجمع هذه المدن فضلات التشذيب بمفردها، وتفترغها في مراكز لصنع السماد الخليط، حيث تتحلّل لتشكّل مادة تُستعمل لتحسين نوعية التربة. وتشجع عدّة ولايات في الولايات المتحدة وعدد من الدول الأوروبية إعادة استعمال الزجاجات بفرض تأمين بُرد إلى المواطن عند إعادة الزجاجات.

الجهود القومية

يسنّ الكثير من الحكومات المركزية أيضاً قوانين تساعد على إزالة التلوث. ففي سنة ١٩٨٠، مثلاً، سنّ الكونغرس الأميركي قانوناً بيئياً شاملاً يُعرف بـ«الصندوق الكبير». وقد بدأت نتيجة هذا القانون حملة تنظيف شاملة لمكتبات النفايات الخطرة في الولايات المتحدة. ويحمّل هذا القانون وعدد من القوانين الأخرى، الملوثين مسؤولية إصلاح الضرر البيئي الذي يسببونه.

وفي الولايات المتحدة، تضع وكالة حماية البيئة معايير لضبط التلوث وتطبيقها. كما أنّها تساعد حكومات الولايات والحكومات المحلية في السيطرة على التلوث. وقد أنشأت أيضاً معظم الدول الصناعية الأخرى، مثل كندا واليابان والكثير من الدول الأوروبية، وكالات لضبط التلوث.

ويُعتبر حظر استعمال الملوثات إحدى الطرق الأكثر فعالية التي تستطيع الحكومات استعمالها لضبط أشكال محدّدة من التلوث. ففي سنة ١٩٧٢، مثلاً، بدأت حكومة الولايات المتحدة بحظر تدريجي على جميع استعمالات الـد.د.ت، وهو مبيد تبين أنّه يلحق أذى بالطيور البرية والأسماك. ولكن، لسوء الحظ، لا يزال بعض الدول يسمح باستعمال الـد.د.ت. وغيره من المبيدات الخطرة. ونتيجة لذلك، فإنّ المواد الغذائية المستوردة والطيور المهاجرة وحتى الرياح يمكن أن تحمل المواد الكيميائية السامة إلى الولايات المتحدة.

وقد تحظر الحكومة أيضاً بعض استعمالات مادة خطيرة، فيما تسمح ببعض استعمالاتها الأخرى. فعلى سبيل المثال، يشكّل الرصاص معدناً ساماً يمكن أن يلحق ضرراً بالدماغ والكليتين وغيرها من الأعضاء. وقد حظرت حكومة الولايات

مصنع أسبستوس في بحيرة ساپريور شمال ولاية ميشيغان الأمريكية
ونلاحظ الدخان المتصاعد وهو السبب الرئيسي لمرض سرطان الرئة.





في معالجة التلوث بطور أجهزة تريل الجسيمات الدقيقة المؤذية من الدخان الذي تطلقه المداخن. ويمكن احتجاز الجسيمات الدقيقة بمرشحات أو بأشراك تستعمل الكهرباء السكونية، أو بأجهزة لغسل الغاز تريل الجسيمات الدقيقة برذاذ كيميائي.

ويساعد بعض المؤسسات الأخرى الشركات في الإنصاع لأوامر الحكومة لإزالة التلوث. ويدير بعض المؤسسات برامج إعادة تدوير أو برامج لحفظ الطاقة. وهناك، أيضاً، مؤسسات تساعد المؤسسات الأخرى على تطوير عمليات إنتاجية، أقل تلويثاً للبيئة.

وبغض النظر عن سبب أو كيفية بدء الصناعات بإزالة التلوث، فسوف تكون العملية بطيئة ومكلفة. ويستعمل الكثير من المؤسسات أبخس طرق الإنتاج المتوفرة، حتى وإن كانت هذه الطرق ملوثة للبيئة. فعلى سبيل المثال، كثيراً ما تحرق محطات توليد الطاقة النفط والفحم لتوليد الكهرباء لأنها أبخس الطرق عموماً. ويستعمل الصناعيون الكادميوم والرصاص والزئبق في البطاريات لأن هذه المعادن، على الرغم من أنها سامة، تجعل البطاريات تعمل بشكل جيد. ولكن، عندما تضاف كلفة إزالة التلوث الناتج عن طرق الإنتاج الحالية إلى كلفة التصنيع، فقد يتبين أن الطرق التي تسبب تلوثاً أقل، هي الأقل كلفة.

الزراعة

يتكرر العلماء والمزارعون طرقاً لزراعة المحاصيل تتطلب قدرًا أقل من الأسمدة والمبيدات. ويزرع الكثير من المزارعين محاصيلهم على نحو متعاقب، سنة بعد سنة، لحفض الحاجة إلى الأسمدة الكيميائية. وتساعد زراعة الذرة والقمح والمحاصيل الأخرى على نحو متناوب مع البقول، مثل الفصيفصة وفول الصويا، على تجديد النتروجين الذي تخسره التربة. وتساعد، أيضاً، زراعة المحاصيل على نحو متعاقب على السيطرة على الآفات والأمراض عند النبات. ويستعمل بعض المزارعين السماد الخليط وأسمدة أخرى، أقل ضرراً للتربة من غيرها. وعوضاً عن رش المحاصيل بمبيدات مضرّة، يكافح بعض المزارعين الحشرات المضرّة بإطلاق حشرات أو جرّاثيم معينة تقتات الحشرات المضرّة. ويطوّر العلماء، أيضاً، بواسطة الهندسة الجينية نباتات مقاومة لحشرات معينة.

يستعمل بعض المزارعين تعاقب المحاصيل وأعداء الحشرات المضرّة الطبيعيين مع كمية ضئيلة من المبيدات الكيميائية، ولا يستعملون هذه المبيدات إلا عندما يكون تأثيرها عند الحدة الأشد فعالية.

المنظّمات البيئية

تعمل المنظّمات البيئية للسيطرة على التلوث بأن تحاول التأثير في المشرّعين وانتخاب القادة السياسيين المهتمّين بالبيئة. ويجمع بعض المجموعات المال لشراء مساحات من الأراضي وحمايتها من الاستعمال التجاري أو الصناعي. وتدرس مجموعات أخرى تأثيرات التلوث في البيئة، وتخلق أنظمة للوقاية من التلوث ومعالجته. وتستعمل هذه المجموعات النتائج التي تتوصل إليها، لإقناع الحكومات والمؤسسات الصناعية بضرورة الوقاية من التلوث أو تخفيفه. وتنتشر أيضاً المنظّمات البيئية مجالات... لإقناع الناس بضرورة الوقاية من التلوث.

وقد نشأت أحزاب سياسية تمثل الاهتمامات البيئية في الكثير من الدول الصناعية، وكثيراً ما تُعرف هذه التنظيمات بالأحزاب الخضراء. وكان لهذه الأحزاب

تأثير متزايد في وضع السياسات البيئية. ومن الدول التي تقوم فيها أحزاب بيئية، نذكر أستراليا والنمسا وألمانيا وفنلندا وفرنسا ونيوزيلندا وإسبانيا والسويد.

الجهود الفردية

إن إحدى أهم الطرق التي يمكن للفرد أن يخفف بها التلوث هي في الحفاظ على الطاقة. ويخفف الحفاظ على الطاقة تلوث الهواء الناتج عن محطات توليد الطاقة. ويؤدي، أيضاً، انخفاض الطلب على النفط والفحم إلى حدوث عدد أقل من تسربات النفط، وإلى تراجع تدمير الأراضي التي تحتوي على الفحم. ويعتبر التقليل من قيادة السيارة إحدى أفضل الطرق للحفاظ على الطاقة وتجنب تلوث الهواء.

ويمكن أن يوفر الناس استهلاك الكهرباء عن طريق شراء لمبات وأدوات كهربائية أكثر فعالية. فعلى سبيل المثال، إن اللمبات الفلورية الصغيرة لا تستعمل سوى ٢٥٪ من كمية الكهرباء التي تستعملها اللمبات المتوهجة التقليدية. ويمكن أن يحافظ الناس أيضاً على الطاقة باستعمال الأدوات الكهربائية بشكل أقل، وإطفاء الأدوات والأنوار عند عدم استعمالها، وضبط ترموستات المنزل على ٢٠° مئوية أو تحتها في الشتاء، وعلى ٢٦° مئوية أو فوقها في الصيف. وعلاوة على ذلك، فإن لبثاني المجفّرة بنوافذ معالجة خصيصاً ومادة عازلة فعالة، تحتاج إلى كمية أقل بكثير من الوقود أو الكهرباء للتدفئة أو التبريد مما تحتاجه المبانى غير المجفّرة على هذا النحو.

ويستطيع الناس أيضاً شراء منتجات غير مضرّة للبيئة. فعلى سبيل المثال، تستطيع الأستر المساهمة في تخفيف تلوث الماء باستعمال كميات أقل من مواد التنظيف السامة، وبالتخلص بطريقة سليمة من المنتجات السامة التي لا تستعملها. وإذا رفض المستهلكون شراء منتجات مضرّة، يتوقف الصناعيون عن صنعها.

ويستطيع الناس المساهمة أيضاً في تخفيف التلوث، بأكل كمية أقل من اللحم. يستعمل المزارعون كميات كبيرة من الأسمدة والمبيدات لزراعة الحبوب التي تتغذى بها الماشية والدجاج. وإذا توجّه الناس إلى أكل كمية أقل من اللحم والمزيد من الحبوب والبقول والخضرا، سيقلل المزارعون من كمية الأسمدة والمبيدات التي يستعملونها. وقد اعتاد الناس أيضاً على طلب الفواكه والخضرا ذات الشكل المثالي والحالية من أي خدوش أو شوائب؛ ويحصل المزارعون على مثل هذه الفواكه والخضرا باستعمال كميات كبيرة من المبيدات. وإذا قبل المستهلكون بمنتجات تحمل شوائب أو لطخات خفيفة، يصبح بإمكان المزارعين تخفيض كمية المواد الكيميائية التي يستعملونها.

وتعتبر إعادة استعمال المنتجات إحدى أبسط الطرق التي يستطيع بها الأفراد تجنب التلوث. فعلى سبيل المثال، إن بعض موزدي الحليب يستعمل قناني زجاجية بدلاً من علب الكرتون. ويمكن إعادة ملء الزجاجات واستعمالها من جديد. ويستطيع الناس إعادة استعمال أكياس الورق أو البلاستيك القديمة لحمل الحاجيات أو احتواء القمامة. وعندما يعيد الناس استعمال المنتجات، يتجنبون التلوث المرتبط بصنع منتج جديد، والتلوث الذي ينتج عن رمي المنتج.

وتشكّل إعادة التدوير طريقة أخرى لإعادة استعمال المواد. ويملك الكثير من المدن والبلدات برامج إعادة تدوير. وتسمح إعادة التدوير بحفظ

الطاقة والمواد الخام، كما أنها تمنع التلوث. يمكن إعادة تدوير الكثير من النفايات المختلفة. وتشمل النفايات التي يُعاد تدويرها عادة، علب المحفوظات المعدنية والزجاج والورق والمستوعبات البلاستيكية والعلقات القديمة. ويمكن إذابة العلب المعدنية واستعمال المعدن لصنع علب جديدة. كما يمكن سحن الزجاج واستعماله لصنع مستوعبات جديدة، أو استعماله كبديل للرمل في رصف الطرقات. ويمكن أيضاً إعادة معالجة الورق لصنع منتجات ورقية مختلفة. أمّا المواد البلاستيكية فتدوّب، وتُصنع منها ألواح بلاستيكية تُستعمل لإنشاء السياجات وظهور المراكب والمقاعد والأرضيات. ويمكن حرق عجلات السيارات القديمة لتوليد الطاقة أو ترميقها، وإضافتها إلى الإسفلت، أو تدويرها وقولبتها لتشكيل منتجات مثل الحصائر وتجهيزات ملاعب الأطفال.

إن أهم طريقة يمكن أن يعتمدها الناس لمكافحة التلوث هي إطلاعهم، إلى أقصى حد ممكن، على كيفية تأثير أعمالهم وأنشطتهم في البيئة. عند ذلك، يصبحون قادرين على القيام بالخيارات الذكية التي تحد من الأضرار التي تلحق بالكون.

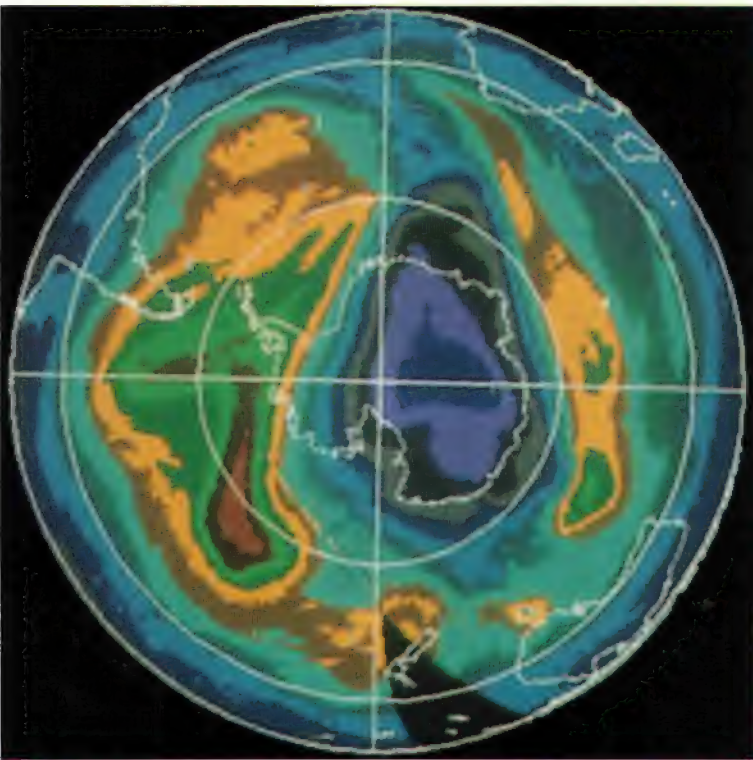
طبقة الأوزون

طبقة الأوزون منطقة من الغلاف الجوي بين ١٩ و ٤٨ كم فوق سطح الأرض.

يتركز الأوزون في هذه الطبقة بما يصل إلى ١٠ أجزاء في المليون وهو يتكوّن بفعل تأثير نور الشمس على الأوكسجين. وهذه العملية تجري منذ ملايين السنين، ولكن يظهر أن المركبات النتروجينية الطبيعية الموجودة في الجو قد أثبتت تركّز الأوزون في مستوى ثابت إلى حد ما. إن وجود الأوزون يمثل هذا التركيز المرتفع عند مستوى سطح الأرض يشكل خطراً على صحة الإنسان، ولكن طبقة الأوزون مهمة جداً لأنها تحمي الأرض من قوّة أشعة الشمس فوق البنفسجية التي تتسبب بمرض

السرطان. وقد شعر العلماء بقلق شديد عندما اكتشفوا في السبعينات أن بعض المواد الكيميائية المعروفة بالكلوروفلوروكربون - والتي استعملت وقتاً طويلاً كمواك مبرّدة وفي عبوات الرّد - تشكّل خطراً محتملاً على طبقة الأوزون. عندما تطلق هذه المواد الكيميائية في الجو ترتفع وتتجزأ بفعل أشعة الشمس، عندئذ يتفاعل الكلور الذي كانت تحتويه مع جزيئات الأوزون ويتلفها. لهذا السبب، حظّر استعمال هذه المواد الكيميائية في الرّد في الولايات المتحدة وغيرها من بلدان العالم. يمكن أيضاً مواد كيميائية أخرى مثل أملاح البروم الكروية والأكسيدات النتروجينية من الأسمدة أن تلحق الضرر بطبقة الأوزون.

على مدى سنوات عدّة بدءاً من أواخر السبعينات، اكتشف العلماء العاملون في القطب الجنوبي خسارة دورية لكمية من الأوزون الجوي فوق القارة القطبية الجنوبية. تنشأ «ثغرة» الأوزون في الربيع القطبي وتدمر بضعة أشهر قبل أن تغلق مجدداً. وقد أشارت دراسات أخرى استعملت فيها بالونات الرصد الجوي والأقمار الصناعية المناخية إلى أن نسبة الأوزون الإجمالية في طبقة الأوزون القطبية الجنوبية تضاعف فعلاً. وقد سمح التحليل فوق المناطق القطبية الشمالية بالتأكد من نشوء مشكلة مماثلة في تلك المنطقة أيضاً. في ١٩٨٧، وقّع ٣٦ بلداً على معاهدة لحماية طبقة الأوزون. وفي ١٩٨٩ اقترحت المجموعة الأوروبية فرض حظر تام على استعمال الكلوروفلوروكربون في التسعينات وقد أيد الرئيس الأميركي جورج بوش هذا الإجراء. ولمراقبة نضوب الأوزون على صعيد شامل، أطلقت وكالة الفضاء الأميركية (NASA) في ١٩٩١ قمراً صناعياً بوزن ٧ أطنان لإجراء أبحاث في طبقات الجو العليا. يدور القمر حول الأرض على ارتفاع ٦٠٠ كم ويقبس التغيرات التي تطرأ على الأوزون في الارتفاعات المختلفة وهو يزود العلماء أول صورة كاملة عن كيميائية طبقات الجو العليا.



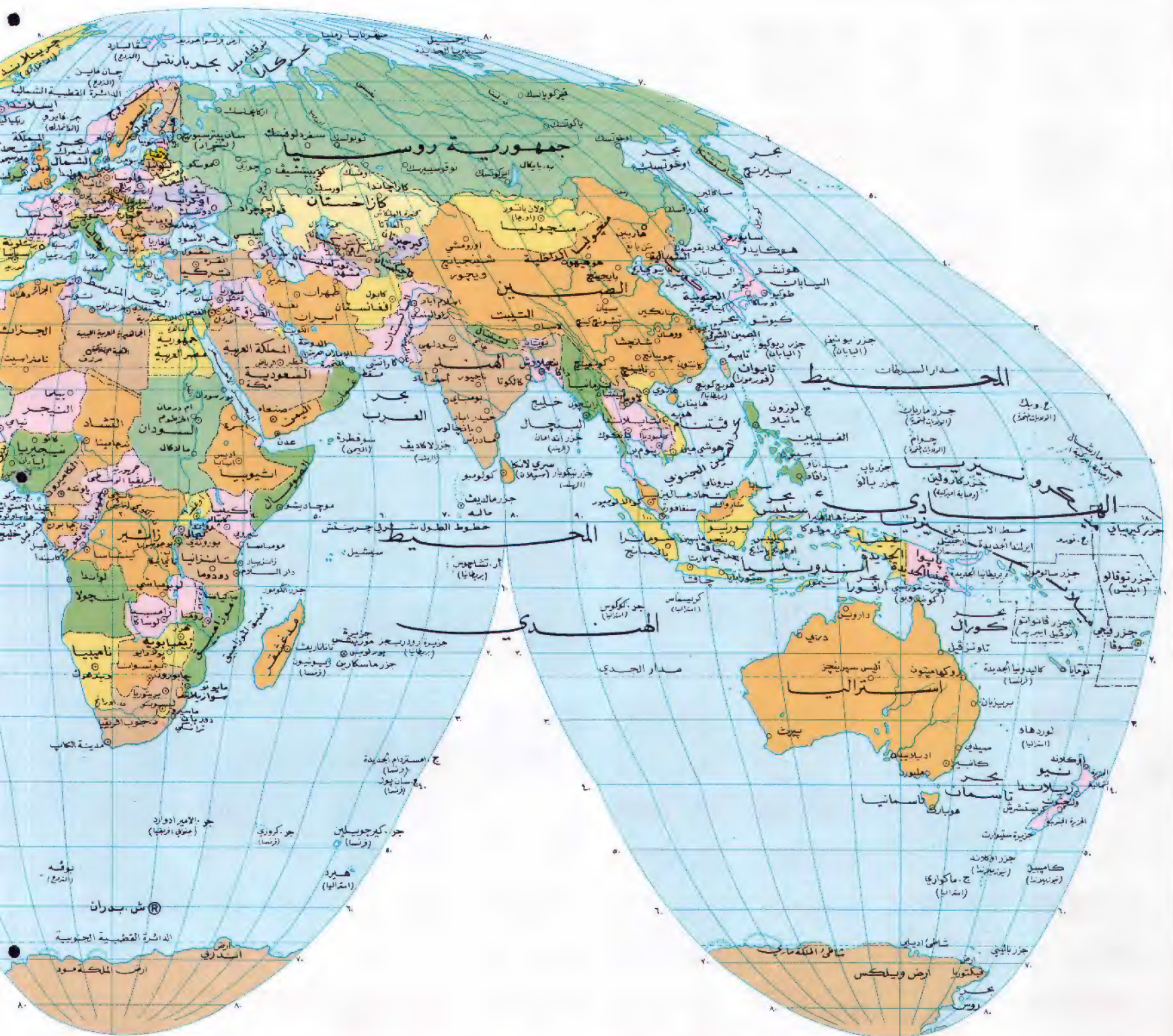
يبيّن هذا الرسم فجوة الأوزون



▲ مصنع سكر
▼ معمل فولاذ في نوفا سكوشا



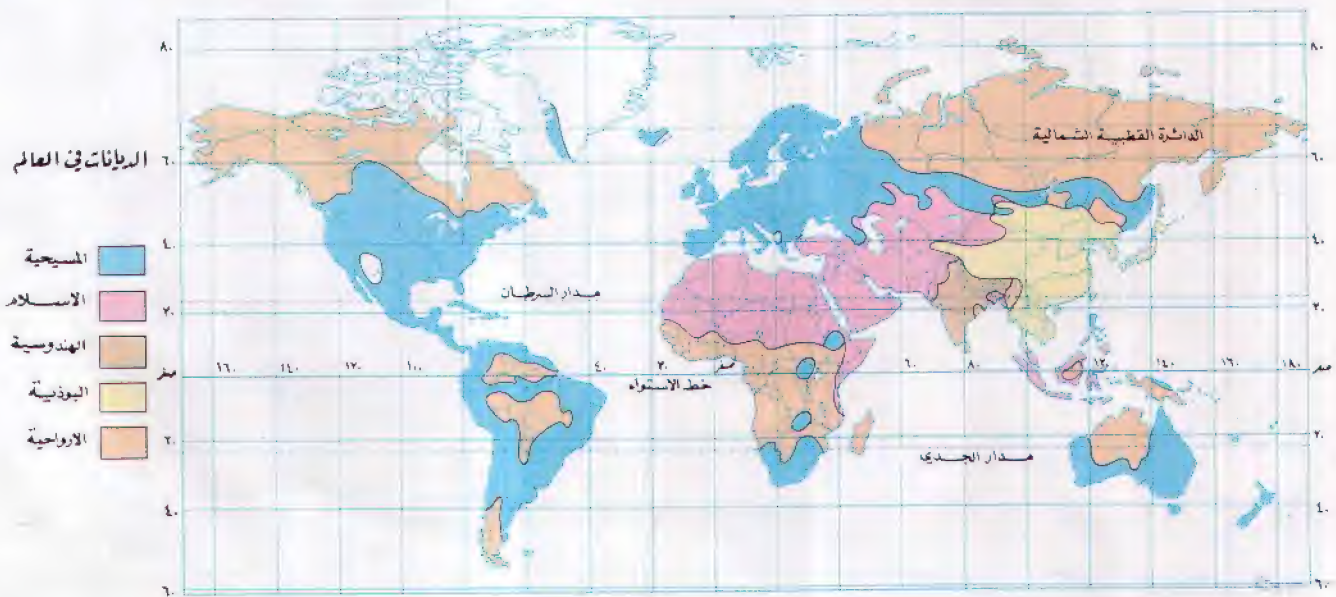
دَوْلُ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ



التعليم في العالم

نَسَبَةُ الْأُمِّيَّةِ

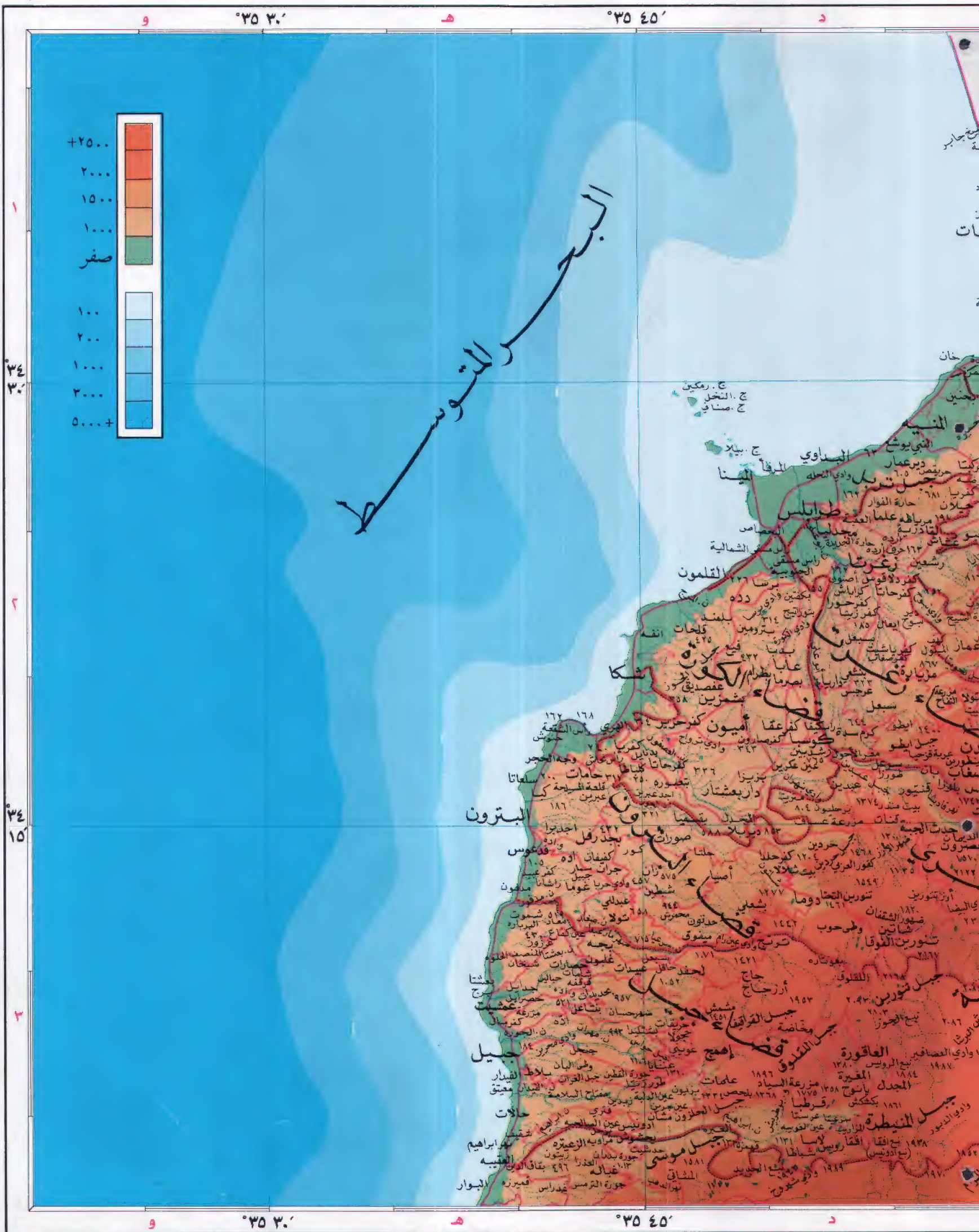
- من صفرا الى ۲۰٪
من ۲۰ الى ۵۰٪
اكثر من ۵۰٪
غير مكنون



الجمهورية اللبنانية (١)



خريطة رقم ١



النهر

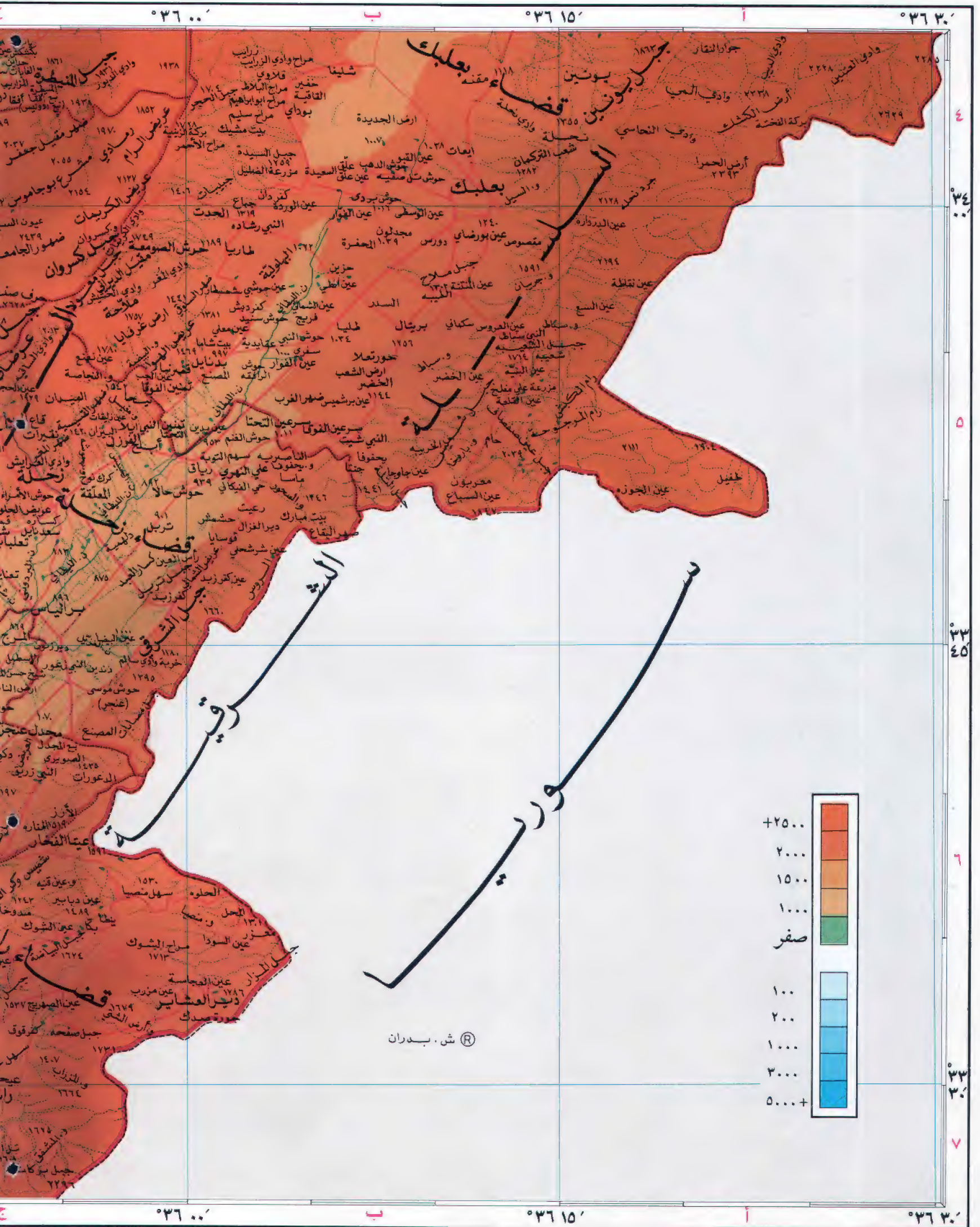
البترون

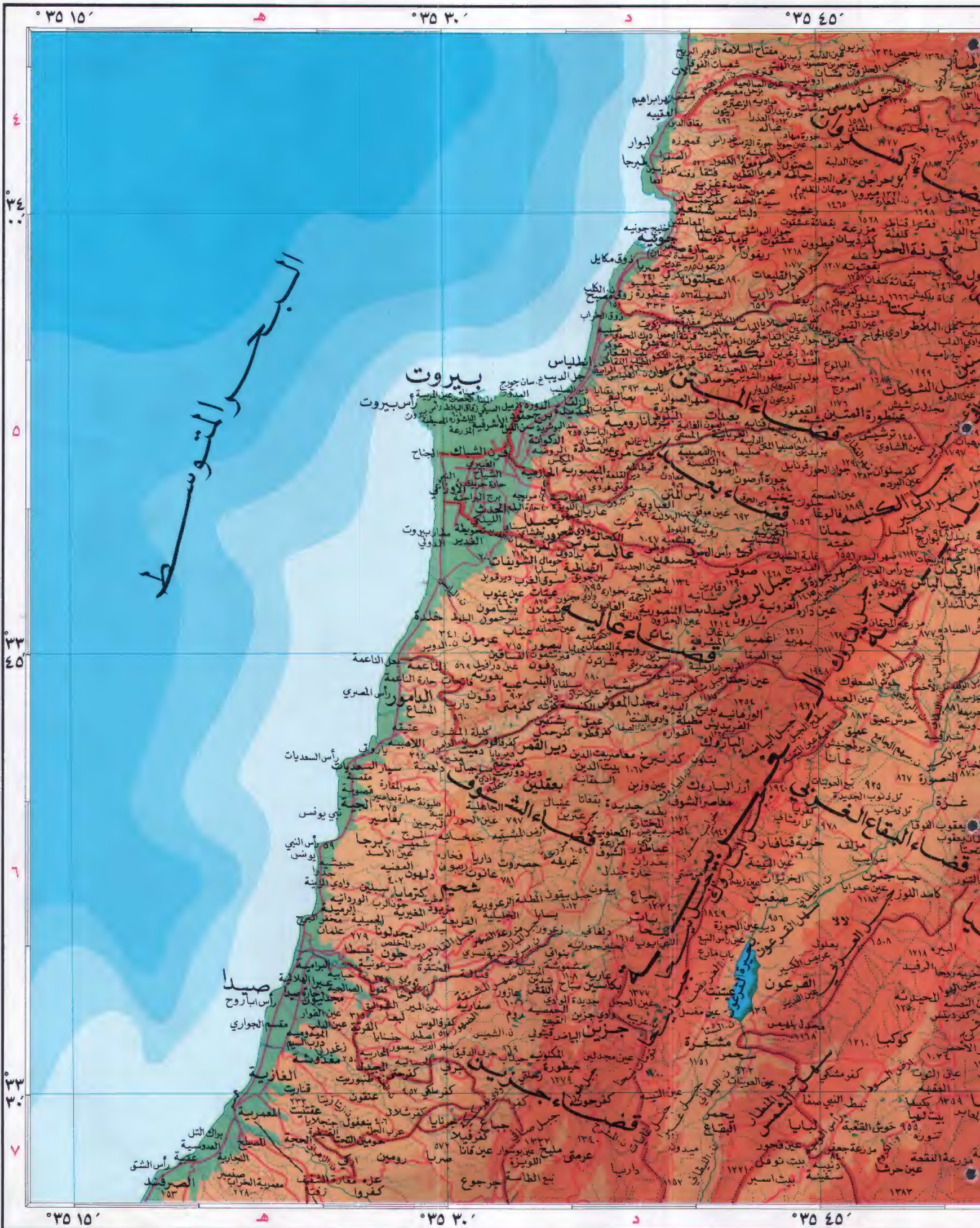
جبل

جبل

جبل

الْجُمْهُورِيَّةُ اللَّبْنَانِيَّةُ (٢)

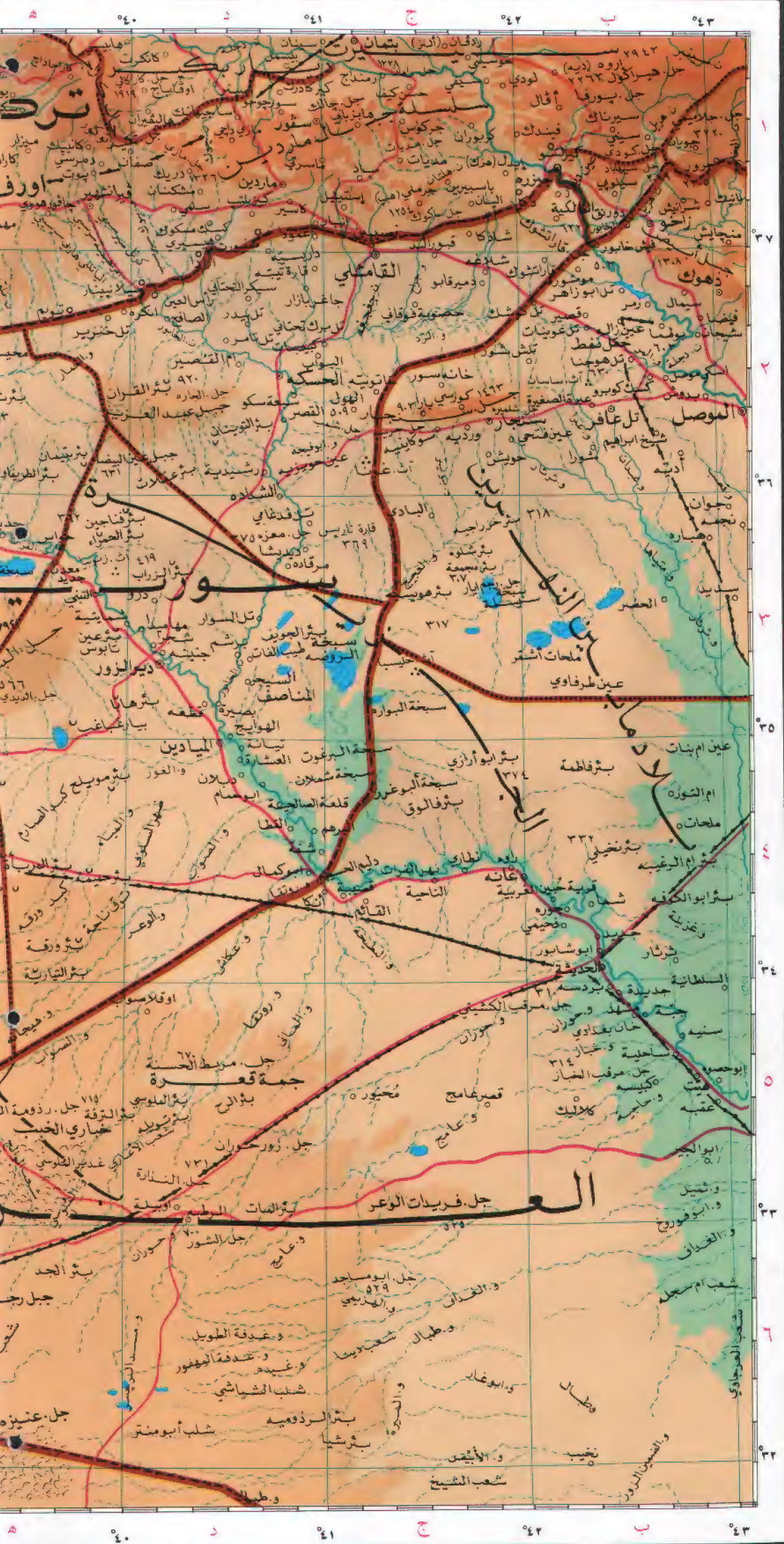




خريطة رقم ١



الجمهورية العربية السورية



سوريا: قلعة رومانية قرب نهر الفرات.



سوريا: آثار معبد بعل.



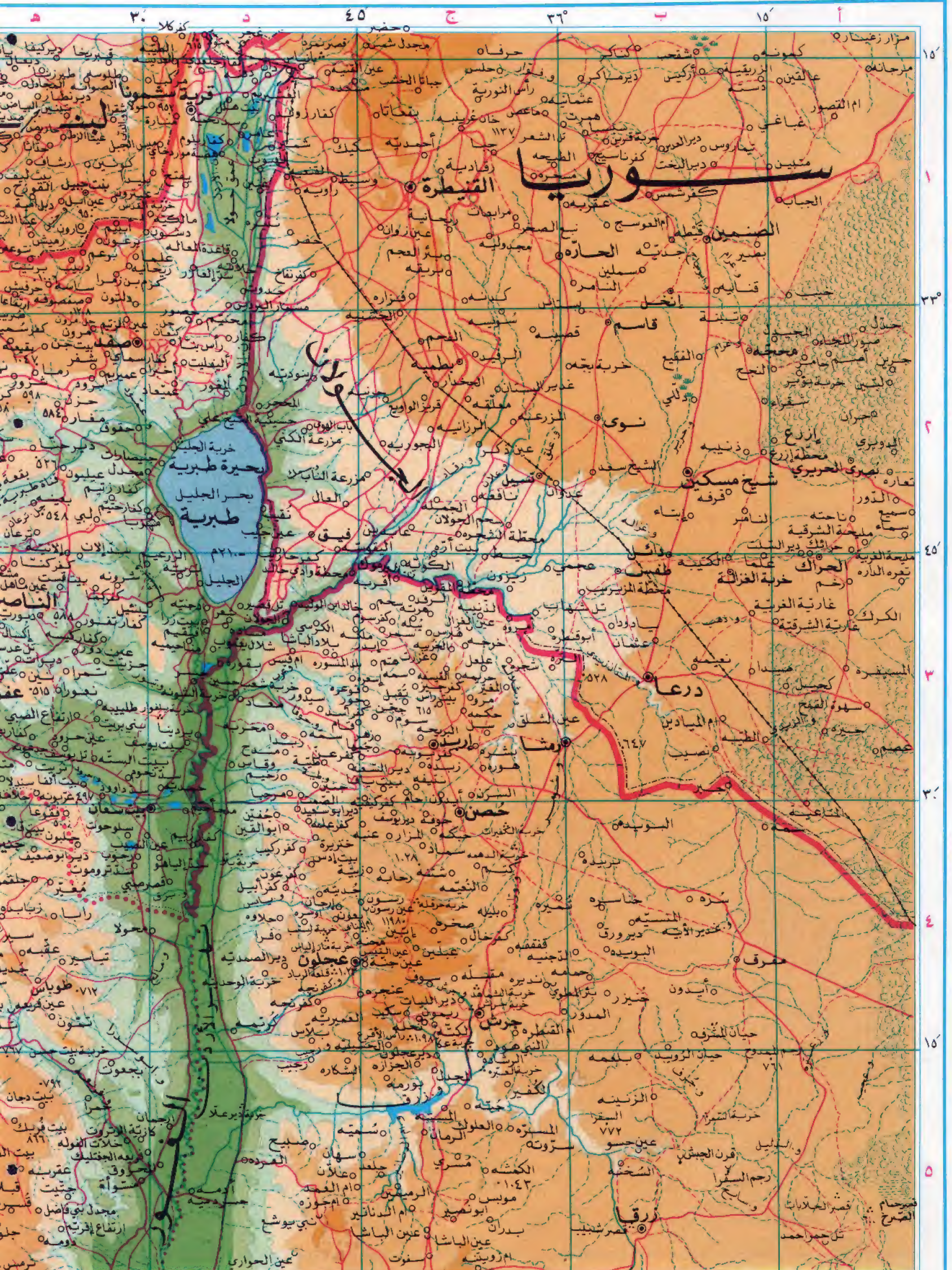
الأردن: قلعة الصليبيين في مدينة كرك.



الأردن: قصر الأزرق.



فلسطين والأردن (١)



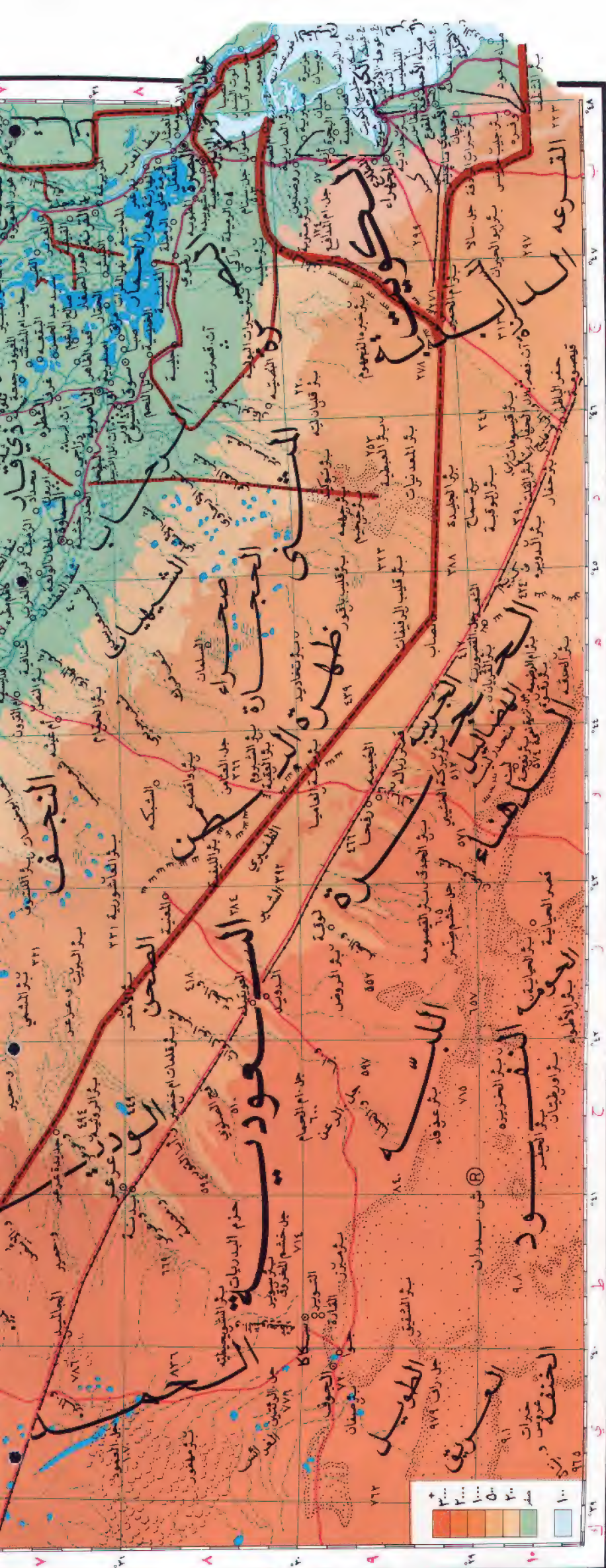


® ش. بدران

تل اببيب - يافا







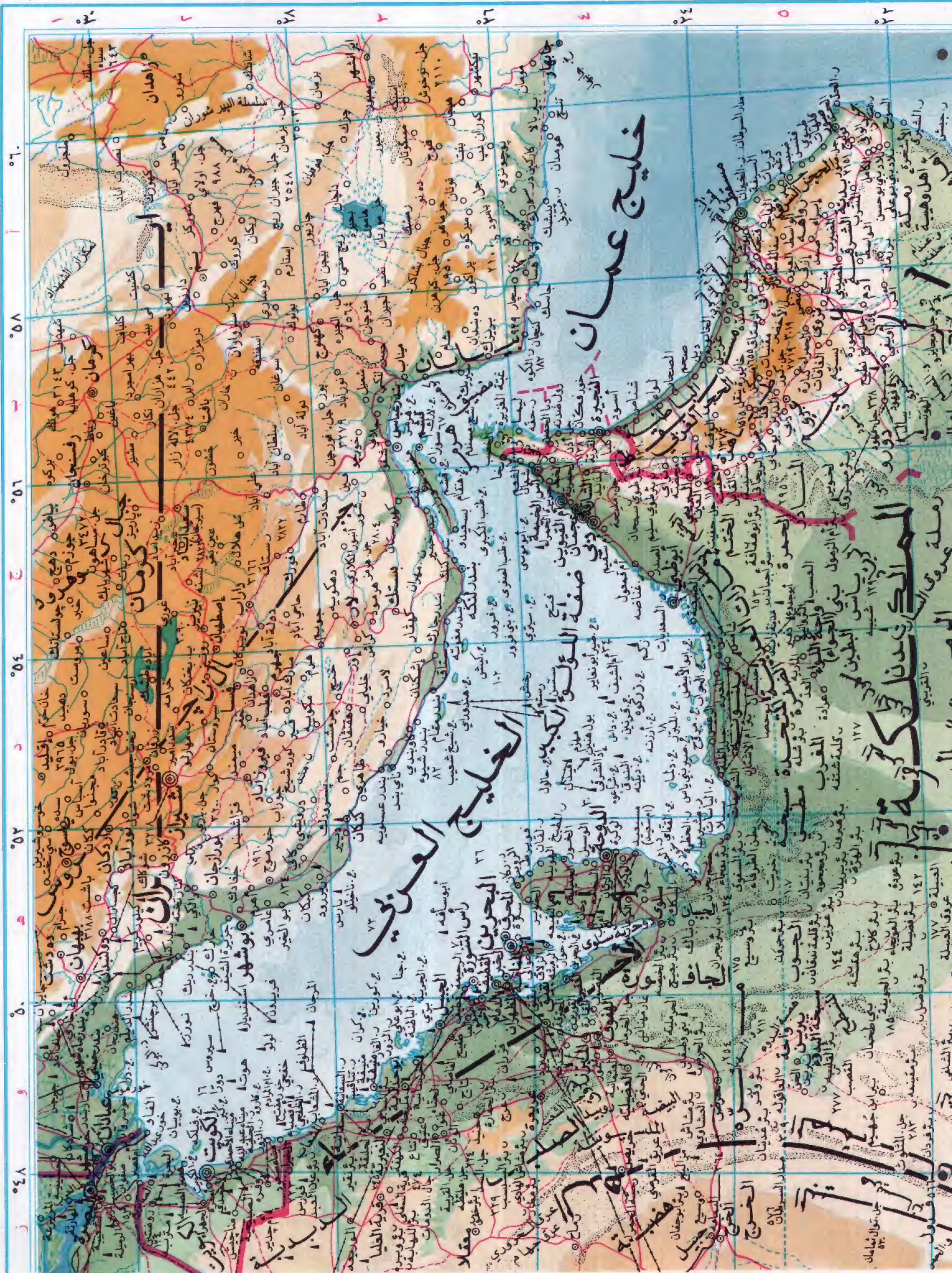
العراق: مقام الإمامين في الكاظمية، بغداد.



العراق: مشهد لاحتراق الغاز الطبيعي في الليل.







13.	2	33.	4	43.	5	3.	6	73.	8	14.	2
-----	---	-----	---	-----	---	----	---	-----	---	-----	---

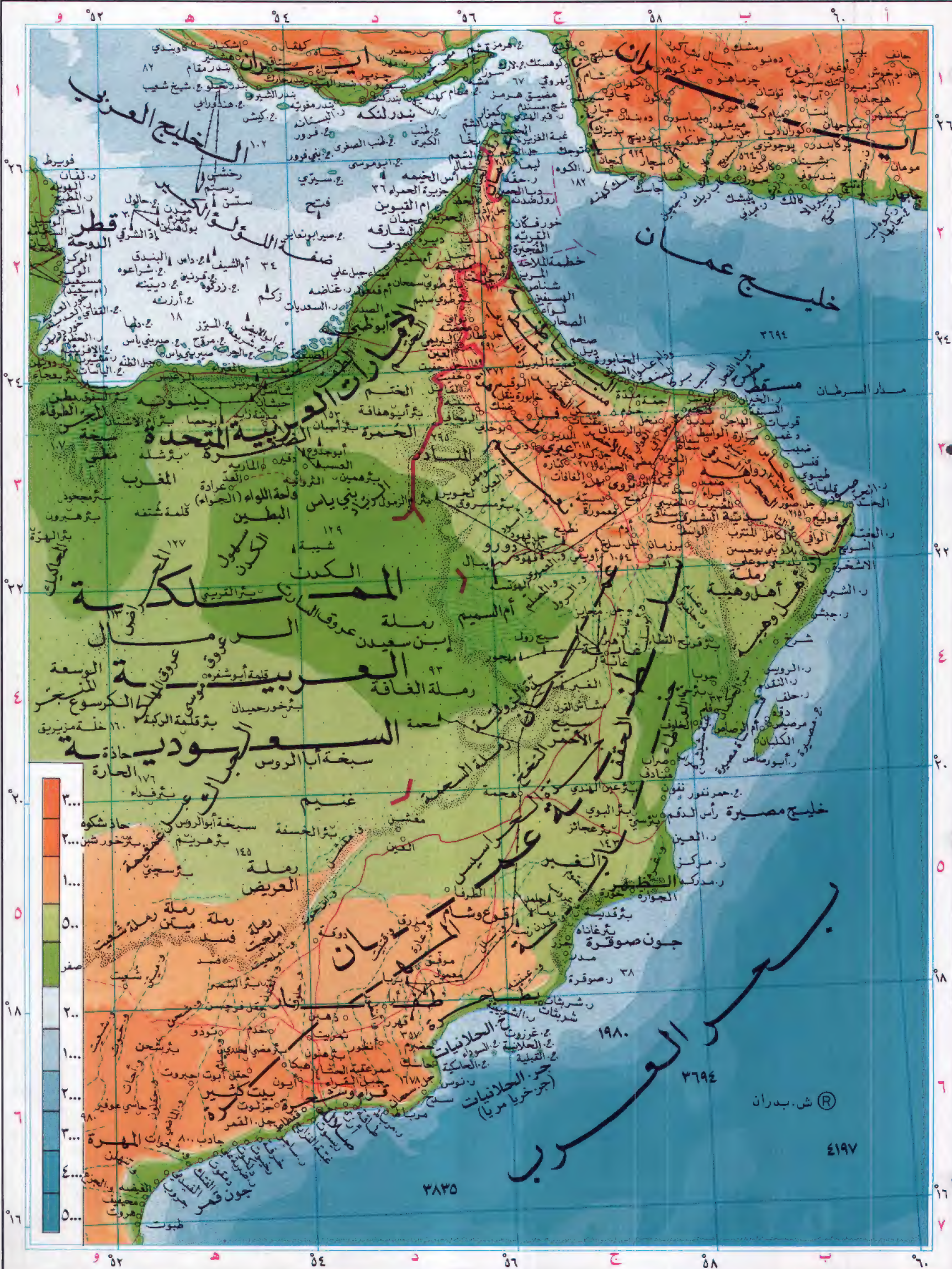




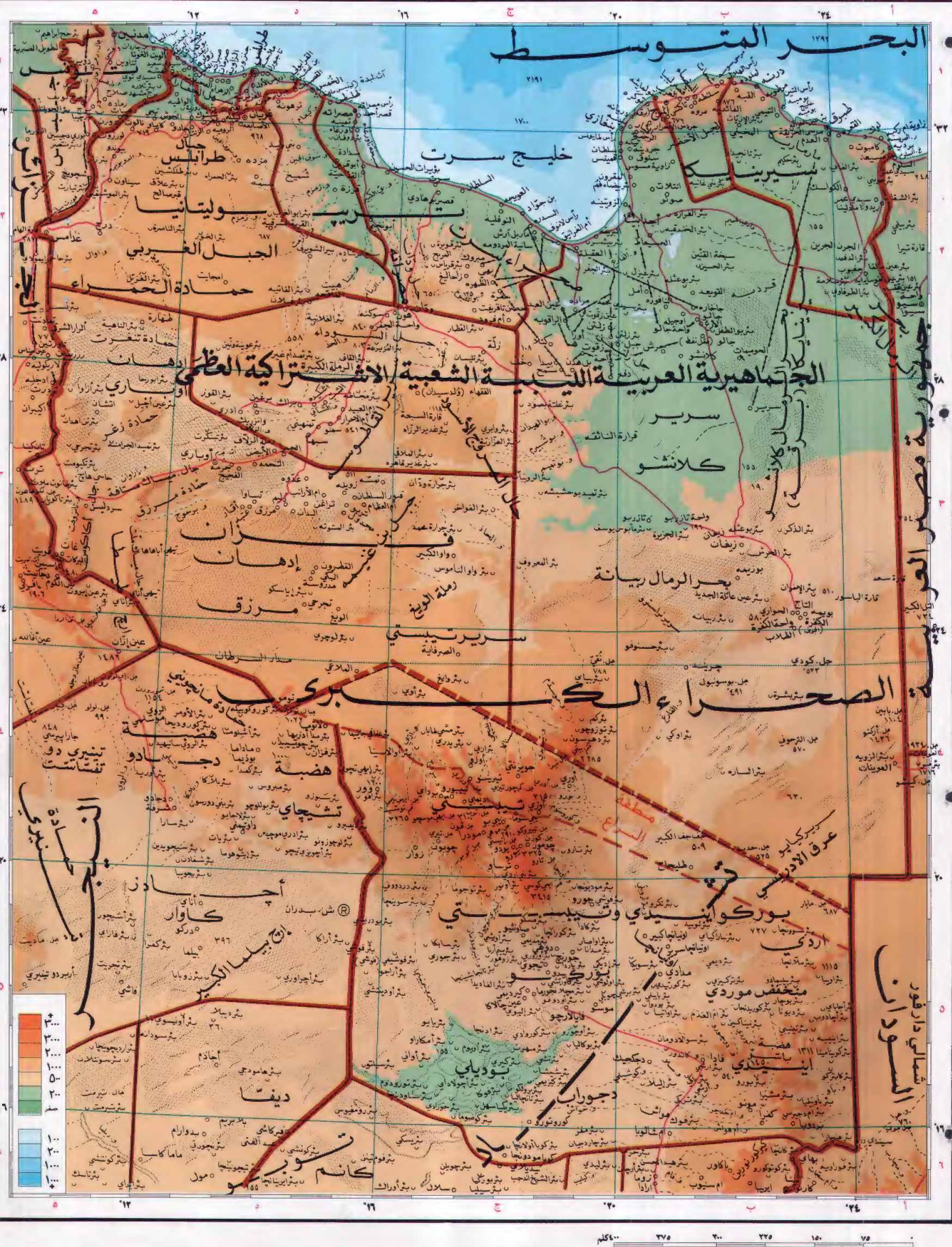












دلتا النيل وقناة السويس







خريطة رقم ١٤.





آسيا

آسيا هي أكبر قارات العالم السبع، وتقع بمجملها تقريباً في النصف المملوكة بها حوالي ثلث مساحة اليابسة الإجمالية. وتشكل شعوب آسيا يعتبر معظم الجغرافيين أن حدود آسيا تتمثل في الشمال بالمحيط المتجمد الهادي، وفي الجنوب بالمحيط الهندي، وفي الجنوب الغربي بالبحر الإصطلاحية بين أوروبا وآسيا عند جبال الأورال، وتمتد جنوباً على طول طول جبال القوقاز إلى البحر الأسود. ويجمع بعض الجغرافيين أوروبا وآسيا إلى أن بعض بلدان غرب آسيا، كتركيا مثلاً، يندمج بشكل تدريجي إلى تمتد البر الرئيسي الآسيوي من الطرف الجنوبي لشبه الجزيرة الماليزية إلى شمال غرب تركيا النقطة الواقعة في أقصى الغرب من القارة، فيما يشكل في أقصى الشرق. ويبلغ أقصى عرض للقارة من الشرق إلى الغرب حوالي نقطة على سطح الأرض، أي شاطئ البحر الميت (٤٠٠ متر تحت سطح سطح البحر).

إلى جنوب البر الرئيسي، تقع في المحيط الهندي جزيرة سري لانكا والأندمان ونيكوبار. وإلى الجنوب الشرقي، نجد عدداً كبيراً من الأرخبيل وتشمل هذه الجزر الجزر الأندونيسية، ومنها جاوا وسوماترا وسيليبس (سولا) الجديدة ضمن حدود أندونيسيا، ما جعل الجغرافيين يعتبرونه في بعض الأوقات من أوقيانيا. ومن الجزر الآسيوية الواقعة إلى الجنوب الشرقي من البر الرئيسي ومينداناو. وإلى الشمال منها، تقع تايوان وجزيرة هاينان الصينية وجزر ناغوربا واليابان؛ جنوب شرق آسيا، وتشمل ميانمار (بورما) وتايلاند وأندونيسيا وبروناي والفلبين؛ وجنوب آسيا، وتشمل الهند وبنجلادش وباكستان وغرب آسيا، وتشمل أفغانستان وإيران والعراق وتركيا وسوريا ولبنان وفلسطين في شبه الجزيرة العربية. وتعتبر أيضاً أغلبية دول جنوب غرب آسيا جزءاً من تشمل تركيا وقبرص ومصر. وتعتبر أحياناً كل من أفغانستان وميانمار جزءاً من الأراضي الروسية الواقعة شرق جبال الأورال (آسيا الروسية) ومن دول آسيا الوسطى، وهي كازاخستان وكيرغيزستان وتاجيكستان وتوركمينستان ويمكن تقسيم القارة أيضاً إلى منطقتين ثقافتين واسعتين: منطقة تسيطر عليها وجنوب آسيا) ومنطقة لا تغطي فيها هذه الثقافة (جنوب غرب آسيا وآسيا الوسطى) هائلاً داخل كل من المنطقتين.

البيئة الطبيعية

نظراً إلى كونها أكبر القارات السبع، تحتوي آسيا على أكثر المعالم الطبيعية عالية وهضاب شاسعة وأحواض أنهار مهيبه وبحيرات وبحاراً داخلية. تمتد القارة. وتقع في أقصى الشمال المناطق السيبيرية الهضبية الشاسعة وأجزاء الصين في شكل قوس حول الحافة الشرقية للقارة، وتخترقها أنهار كبيرة مثل الديكان على الأراضي الهندية. إلى الغرب، تقع الجزيرة العربية، وإلى الشرق

التاريخ الجيولوجي

وفقاً لنظرية تكتونية الصفائح، تتألف القشرة الأرضية من صفائح قارية مستمرة فتحت بعضها البعض ويدفع بعضها بعضاً؛ وهي تزيد مسافة صدم أكبر الصفائح على الإطلاق، وتتألف من بعض أقدم الصخور على الأرض مليارات سنة و٥٧٠ مليون سنة خلت. ويمكن إيجاد هذه المواد القديمة اليوم وفي الهند جنوب نهري الهندوس والجانج.

غطى بحر هائل، يُعرف باسم تيثيس، القسم الأكبر من داخل أوراسيا في مليون إلى ٦٥ مليون سنة خلت. تكونت طبقات سميكه من الرواسب على الصخرية التي تشكل المعالم الجيولوجية التي نراها اليوم.

انفصلت شبه القارة الهندية عن الطرف الجنوبي الشرقي للصفحة القارية القارة باتجاه الشمال الشرقي، واصطدمت بالصفحة الأوراسية الأكبر. حاصم يخلق «منخفض» ضخماً امتلاً تدريجياً بالرواسب وأصبح السهل هائلاً على الحافة الجنوبية للصفحة الأوراسية، ما تسبب بتغطس هذه المنطقة؛ جبال الهمالايا، أعلى مجموعة جبلية في العالم.

زاحت صفحة المحيط الهادي باتجاه الغرب، فاحتكت بالصفحة الأورال ذلك إلى ظهور جزر اليابان وتايوان والكوريل والريوكيو والفلبين. يقع ج

الأوراسية وصفيحة المحيط الهادئ وصفيحة المحيط الهندي. مع الوقت، أدى الاحتكاك بين هذه الصفائح إلى تكوين السلاسل الجبلية في البر الرئيسي لجنوب شرق آسيا. وتتسبب الحركة البطيئة والمستمرة للصفائح بالاحتكاك وعدم الاستقرار عميقاً تحت سطح الأرض، ما يؤدي إلى ظهور البراكين وحدوث الزلازل.

المياه والجزر المحيطية

تحد المحيطات قارة آسيا من ثلاث جهات: المتجمد الشمالي في الشمال، والهادئ في الشرق، والهندي في الجنوب. ويحفر الكثير من البحار والخلجان الخط الساحلي للقارة، الذي يمتد على طول ٥٣,٠٠٠ كيلومتر تقريباً.

إن أهم البحار الواقعة على طول الحدود الشمالية الشرقية لآسيا هي بحر بيرينج في أقصى الشمال بين آسيا وأميركا الشمالية؛ وبحر أوخوتسك، الواقع غربي شبه جزيرة كامتشاتكا وشمال جزر كوريل؛ وبحر اليابان (البحر الشرقي)، الذي يملأ الخيّر بين اليابان وبر آسيا الرئيسي؛ والبحر الأصفر الممتد بين الصين وكوريا. وتصلطف جزر كوريل وجزر اليابان الرئيسية - هوكايدو وهونشو وشيكوكو وكيوشو - وتايوان في خط يمتد من الشمال إلى الجنوب.

يحاذي بحر الصين الجنوبي جنوب شرق آسيا، ويصل البلدان الواقعة على البر الرئيسي بالفلبين وأندونيسيا. يقع خليج تونكين بين فيتنام وجزيرة هاينان الصينية، بينما يفصل مضيق ملاكا الضيق جزيرة سوماترا الأندونيسية عن شبه الجزيرة الماليزية. وتقع جزيرة جاوا في الجهة الأخرى من بحر جاوا قبالة جزيرة بورنيو، التي هي ثالث أكبر جزيرة في العالم بعد جرينلاند وغينيا الجديدة. إلى الجنوب الشرقي من بورنيو، يمتد بحر تيمور الذي يفصل جزيرة تيمور الآسيوية عن قارة أستراليا.

تقع شبه الجزيرة الهندية بين خليج البنجال من الشرق وبحر العرب من الغرب. وتنتشر جزيرة سري لانكا وجزر المالديف ونيكوبار الأصغر حجماً إلى جنوب شبه الجزيرة الهندية.

يشكل خليج عدن (على بحر العرب) والبحر الأحمر والبحر المتوسط والبحر الأسود قوساً على طول الحافة الغربية لآسيا، توفر حدوداً طبيعية مع أفريقيا وأوروبا. وتؤمن قناة السويس، وهي مجرى مائي اصطناعي تم شقه في أواسط القرن التاسع عشر، طريقاً للسفن بين البحر المتوسط والبحر الأحمر. ويوفر الخليج العربي منفذاً على بحر العرب لكل من المملكة العربية السعودية والعراق والكويت.

السهول والصحاري

تشغل السهول في آسيا مساحة أكبر من أي نوع آخر من المعالم الطبيعية. ويتكوّن القسم الأكبر من المناطق الغربية والشمالية الشرقية في آسيا الروسية من السهول. ومن السهول الكبيرة الأخرى، نجد سهلي نهري دجلة والفرات في جنوب غرب آسيا، وسهل نهر الجانج في شمال الهند، وسهل نهر الميكونج في جنوب شرق آسيا، وسهل نهر يانج تسي كيانج في الصين.

تمتد الصحاري في الجزء الداخلي من آسيا شمال جبال الهيمالايا وفي أجزاء كبيرة من جنوب غرب آسيا، لا سيما في شبه الجزيرة العربية. وتمتد الصحراء السورية، وهي هضبة تنتشر فوقها الصخور والحصى، في جنوب سوريا وشمال شرق الأردن وغرب العراق. وعلى مسافة إلى الجنوب، في جنوب المملكة العربية السعودية، يمتد الربع الخالي الذي يشكل أكبر جسم رملي متصل في العالم. وتنتشر أيضاً صحار واسعة في جميع أنحاء آسيا الوسطى. تحتل صحراء كاراكوم «الرمل الأسود» القسم الأكبر من توركمينستان؛ وتشغل صحراء كيزيل كوم «الرمل الأحمر»، التي تقع جنوب شرق بحر آرال، الجزء الجنوبي من كازاخستان والجزء الشمالي من أوزبكستان.

تمتد صحراء جوبي شرقاً عبر منجوليا إلى منطقة الحكم الذاتي في منجوليا الداخلية التابعة للصين، وتشكل هذه الصحراء من هضبة مرتفعة باردة يصل متوسط ارتفاعها إلى ٩٠٠ متر. إلى الجنوب الغربي من صحراء جوبي، تمتد صحراء تاكلا ماكان في منطقة الحكم الذاتي في شينجيانج ويجور الصينية. وتقع كلتا الصحراوين في ظل المطر بالنسبة لجبال الهيمالايا، التي تصد حركة الهواء الرطب القادم من المحيط الهندي.

سلاسل الجبال

تشعب أكبر السلاسل الجبلية في آسيا بشكل أقواس كبيرة من منطقة پامير في آسيا الوسطى، وهي هضبة تقاطع فيها تاجيكستان وأفغانستان والصين. إلى الجنوب الشرقي من پامير، تمتد جبال الهيمالايا على طول ٢٥٧٠ كيلومتراً تقريباً من الحدود بين الهند وباكستان في الغرب إلى الحدود بين الهند وميانمار في الشرق. وتقع سلسلة جبال كاراكوروم شمالي جبال الهيمالايا الغربية. تضم هاتان السلسلتان الجبليتان أعلى القمم في العالم - باستثناء قممتين فقط - بما في ذلك جبل إيفيرست، الذي يقع على الحدود بين التبت والنيبال. وتمتد سلاسل جبلية أصغر حجماً باتجاه الجنوب من جبال الهيمالايا الشرقية إلى قلب شبه الجزيرة الهندية الصينية.

إلى شرق وشمال شرق عقدة پامير، تمتد جبال كوين لون والتين شان على أكثر من ١٦٠٠ كيلومتر إلى داخل الصين. إلى الغرب، يمتد الهندوكوش إلى وسط أفغانستان. وتمتد سلاسل جبلية متصلة بالهندوكوش إلى شمال إيران، حيث تُعرف بجبال إلبرز. ويُعرف فرع من إلبرز بجبال القوقاز بين أوروبا وآسيا.

تمتد سلسلة جبلية منخفضة باتجاه الجنوب الغربي من عقدة پامير إلى غرب باكستان، حيث تُعرف

بسلسلة سليمان. وتمتد هذه الجبال بعد ذلك باتجاه الشمال الغربي عبر إيران وصولاً إلى جنوب تركيا، حيث تُعرف بجبال طوروس.

إن السلاسل الجبلية المهمة الأخرى في آسيا، مثل تلال نان شان الخفيضة في وسط وجنوب الصين، لا تتصل مباشرة بالسلاسل الجبلية العالية التي تلتقي في پامير.

الهضاب

تقع عدة هضاب بين السلاسل الجبلية في وسط آسيا. وأعلى هذه الهضاب هي هضبة التبت، التي تُعرف أيضاً بـ«سطح العالم» وتحدها جبال كوين لون وجبال الهيمالايا. ويقع أكثر من ١,٢٩٥,٠٠٠ كيلومتر مربع من هذه الهضبة على ارتفاع يتجاوز ٤٣٠٠ متر. وتشكل هضبة الأناضول في وسط تركيا والهضبة العربية والهضبة الإيرانية أهم الهضاب في جنوب غرب آسيا. في جنوب آسيا، يتكوّن القسم الأعظم من شبه الجزيرة الهندية من هضبة الديكان الكبيرة المثلثة الشكل. وتمتد هضبة يونان على قسم كبير من شبه الجزيرة الهندية الصينية والجزء الجنوبي الغربي من الصين. وتحتل الهضبة السيبرية الوسطى القسم الأكبر من شمال آسيا الروسية.

الأنهار والبحيرات والبحار الداخلية

يجري الينانج تسي كيانج، أطول نهر آسيوي، في شرق القارة على طول ٥٤٧٠ كيلومتراً باتجاه الشرق من التبت إلى بحر الصين الشرقي. وينبع الهوانج هو (النهر الأصفر) أيضاً من هضاب التبت، ويجري شرقاً عبر وسط الصين إلى مصبه في البحر الأصفر. أما الشي جيانج (نهر اللؤلؤ) فينبع في جنوب غرب الصين، ويجري عبر الجزء الجنوبي من البلاد في طريقه إلى بحر الصين الجنوبي.

في جنوب شرق آسيا، تجري الأنهار الكبيرة باتجاه الجنوب بين السلاسل الجبلية. ينبع الميكونج في شرق التبت، ويجري باتجاه الجنوب الشرقي إلى بحر الصين الجنوبي. وينبع السالوين أيضاً في التبت، ويجري جنوباً إلى بحر أندامان. وينبع نهر ايرواي من جبال ميانمار الشمالية، ويصب أيضاً في بحر أندامان.

تنبع الأنهار الكبرى في جنوب آسيا من سلسلة جبال الهيمالايا. فينبع الجانج في جبال الهيمالايا الغربية، ويجري شرقاً مخترباً الهند، إلى الشمال مباشرة من خليج البنجال. يجتمع الجانج مع نهر براهماپوترا، الذي ينبع من ما وراء الهيمالايا، ثم يصب في الخليج. ينبثق نهر الهندوس من الطرف الغربي للهيمالايا، ويجري عبر جامو وكاشمير وغرب باكستان ليصب أخيراً في بحر العرب.

يشكل دجلة والفرات النهرين الكبيرين الوحيدين في جنوب غرب آسيا. وينبع هذان النهران في تركيا، ويجريان جنوباً عبر سوريا للوصول إلى العراق حيث يلتقيان قبل أن يصبّا في الخليج العربي. إن الأوب والينيسي والينا هي أطول ثلاثة أنهار في آسيا الروسية، وتتجاوز جميعها ٣٢٠٠ كيلومتر في الطول. تنبع هذه الأنهار في جنوب سيبيريا، وتجري شمالاً لتصب في المحيط المتجمد الشمالي. تشهد أحواض الأنهار في آسيا الاستوائية والمعتدلة أعلى الكثافات السكانية على الإطلاق. فالسهل الهندي الجانجي، الذي يقع بين جبال الهيمالايا وهضبة الديكان، وأحواض الإيروادي والميكونج والمينام (تشاويريا) في جنوب شرق آسيا؛ وأحواض الأنهار الصينية الكبيرة لا سيما الينانج تسي كيانج والهوانج هو والشي جيانج، هي جميعها مناطق تعرف كثافة سكانية عالية. وتتميز هذه السهول بترتبتها الخصبة، كما تُستعمل الأنهار كطريق للنقل.

يصب بعض الأنهار الآسيوية الكبيرة في بحيرات داخلية. ينبع نهر الأردن في جبال لبنان وسوريا، ويجري جنوباً ليصب في البحر الميت، الذي هو بحيرة من الماء المالح تفوق ملوحتها بسبعة أضعاف ملوحة مياه المحيط. ويشكل سطح البحر الميت، الواقع على ٤٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر، أدنى نقطة على اليابسة. يفرغ نهر السيرداريا ونهر الأموداريا (في وسط آسيا) مياههما في بحر آرال، الذي هو أيضاً بحيرة من الماء المالح. منذ الستينات، تسبب تحويل كمية كبيرة من المياه من السيرداريا والأموداريا لأغراض الري بتقلص بحر آرال إلى نصف حجمه السابق. في ١٩٨٨، انقسمت البحيرة إلى جزئين مشكلةً بحر آرال الكبير، الذي يتلقى مياه الأموداريا، وبحر آرال الصغير، الذي يصب فيه السيرداريا. وقد أدى أيضاً انخفاض كمية الماء الواردة إلى رفع محتوى البحيرة من الملح. يشكل بحر قزوين أكبر بحيرة مالحة في العالم. ونجد في كازاخستان بحيرة مالحة كبيرة أخرى هي بحيرة بالكاش.

إن بحيرة بايكال الواقعة في جنوب شرق سيبيريا هي أعمق بحيرة في العالم وأكبر بحيرة مياه عذبة في آسيا. تشكل بحيرة تونليه ساپ الضحلة الواقعة في غرب كامبودجيا أكبر بحيرة في جنوب شرق آسيا؛ وهي مصدر مريح للأسماك بالنسبة للسكان المحليين. ويصل حجم بحيرة تونليه ساپ إلى ثلاثة أضعاف حجمها العادي بين حزيران وتشيرين الأول، عندما تصب مياه فيضان نهر الميكونج في البحيرة.

المناخات

يشبه معظم مناخات آسيا مناخات المناطق الساحلية الشرقية والداخلية من أميركا الشمالية الواقعة على خطوط العرض نفسها. على غرار شمال كندا، يسود المناطق الآسيوية الواقعة في أقصى الشمال مناخ شبه قطبي، يتميز بشتاء بارد طويل جداً وصيف معتدل قصير جداً. ويسود المناخ شبه القطبي منطقة شاسعة تقع على مسافة معتدلة داخل القارة، وعموماً، باتجاه الجنوب. تتميز هذه المنطقة بعزلتها عن المحيط المتجمد الشمالي وقلة تأثرها بالمحيط الهادئ، نظراً إلى

أن الرياح السائدة تهب من الغرب. وتشهد هذه المنطقة درجات حرارة متطرفة: في فصل الصيف القصير، يمكن أن تصل درجات الحرارة إلى ٣٤ مئوية، وتسجل هذه المنطقة في فصل الشتاء أدنى درجات حرارة في العالم.

جنوب المناطق المجاورة للقطب الشمالي، تمتد مساحة عريضة من الأرض يسيطر عليها مناخ قاري رطب يتميز بصيف قصير. الشتاء فصل قاس جداً في هذه المناطق، لكن أيام الصيف دافئة، أو حارة أحياناً. في روسيا، تمتد المنطقة المجاورة للقطب الشمالي من الحدود مع بولونيا في الغرب إلى سيبيريا في الشرق، وتشمل معظم أراضي البلاد الزراعية الخصبة. ويشهد أيضاً شمال الصين ووسط اليابان مناخاً قارياً رطباً، لكن فصل الصيف في هاتين المنطقتين أطول. ويشبه هذا المناخ مناخ الغرب الأوسط في الولايات المتحدة، مع أن شمال الصين يعرف، عموماً، شتاءً أكثر جفافاً.

نجد مناخاً شبه استوائي رطباً، شبيهاً بمناخ جنوب شرق الولايات المتحدة، في جنوب شرق الصين وجنوب اليابان. وتتلقى كلتا المنطقتين الهواطل على مدار السنة. ويعرف أيضاً شمال الهند (جنوب الهيمالايا) مناخاً شبه استوائي. تحمل رياح محملة بالرطوبة تعرف بالرياح الموسمية أمطاراً غزيرة إلى المنطقة في فصل الصيف، فيما يتميز فصل الشتاء بجفافه. ويتأثر هذا المناخ المداري، الممطر والجاف، الذي يميز أيضاً القسم الأكبر من الهند الصينية، بالحركة الموسمية لكتل الهواء. تصل عادة الرياح الموسمية المحملة بالمطر بين أيار وتشيرين الأول في المناطق الواقعة شمال الاستواء. وإذا تأخرت الرياح الموسمية في الوصول، قد يؤدي انحباس المطر إلى إتلاف المحاصيل أو إلى الحؤول دون نموها، ما يتسبب بنقص في المواد الغذائية لملايين الأشخاص.

يشهد الساحل الجنوبي الغربي للهند والمناطق الساحلية في جزر جنوب شرق آسيا أمطاراً غزيرة على مدار السنة. بالقرب من خط الاستواء، ينتج المطر عن الهواء الرطب الحار الذي يرتفع ويتمدد، ثم يتردد في طبقات الجو العليا ويتكثف على شكل مطر. في المناطق الساحلية الواقعة إلى شمال الاستواء، مثل الساحل الجنوبي الغربي من الهند، ينتج المناخ الاستوائي عن وجود رياح دائمة محملة بالرطوبة تأتي بشكل رئيسي من البحر.

تعرف مناطق شاسعة من وسط وجنوب غرب آسيا مناخاً جافاً أو شبه جاف. في آسيا الوسطى، تسد الجبال والهضاب المرتفعة الطريق أمام الرياح المحملة بالرطوبة الآتية من البحر.

ولا تشهد سوى مناطق قليلة من آسيا المناخات النموذجية التي تسود، عموماً، السواحل الغربية للقارات. ويسود المنطقة الواقعة على البحر المتوسط في لبنان ومصر مناخ شبه مداري يتميز بصيف جاف. وهو مناخ شبيه بمناخ جنوب كاليفورنيا.

الغطاء النباتي

تشمل آسيا الكثير من البيومات^(١) المختلفة، وهي مناطق بيئية تتميز بالترافقات نفسها لجهة المناخ والنبات والحياة الحيوانية.

في المناطق الواقعة في أقصى الشمال والتي يسودها مناخ شبه قطبي، تنمو التندرة، التي تتكون من الأعشاب والأشنة ونباتات صغيرة أخرى. مع الابتعاد عن ساحل المحيط المتجمد الشمالي والتوجه إلى داخل القارة، تراجع التندرة أمام النتيجة، وهي منطقة تغطيها غابات صنوبرية واسعة تتكون من أشجار مثل البيسيت واللازكس (الأرزية) والتوتوب. إلى الجنوب، تندمج النتيجة مع غابات ذات أشجار عريضة الأوراق، أو غابات مختلطة من الأشجار العريضة الأوراق والأشجار الإبرية الأوراق.

في المنطقة الشمالية الوسطى من آسيا الداخلية، تتحول الغابات بالتدريج إلى أراض عشبية شاسعة تتألف في معظمها من أعشاب سهبية قصيرة. وتنمو النباتات الصحراوية أو نباتات المناطق شبه الجافة في أجزاء واسعة من جنوب غرب آسيا والمناطق الداخلية من القارة. تحيط الأعشاب القصيرة وغيرها من النباتات التي تكفي بقدر ضئيل من الهواطل، بالكثير من أكثر المناطق جفافاً وحللاً في الصحاري.

على رغم أن غابات المطر الاستوائية مسيطرة على طول الشريط الساحلي الجنوبي وفي جزيرة سري لانكا، تتميز الجهة الشرقية من جنوب آسيا بغطاء نباتي مداري شبه جاف. وتغطي القسم الأكبر من هضبة الديكان غابات مدارية جافة.

كان جنوب شرق آسيا (البر الرئيسي والجزر) مغطى، في ما مضى، بغابات مطر استوائية شاسعة، تنامت وامتدت في ظل المناخ الرطب الدافئ السائد في تلك المنطقة. لا يزال هناك أراض واسعة تغطيها الغابات في معظم دول المنطقة؛ لكن قطع الأشجار، القانوني وغير القانوني على حد سواء، يجري بسرعة كبيرة تحول دون نمو الأشجار من جديد بشكل ثابت.

تغطي الغابات الموسمية المدارية في المناطق الداخلية من الشريط الساحلي للبر الرئيسي في جنوب شرق آسيا، والتي تمتد إلى داخل جنوب الصين. وتندمج هذه الغابات بالغابات المعتدلة في الشمال. حول ساحل خليج بوهاي، يتألف الغطاء النباتي من جنبات خشبية دغلية تنمو إلى علو ٤ أمتار تقريباً. تعرف آسيا ثلاثة أنظمة رئيسية للإنتاج الزراعي. في شريط عريض يشمل الشرق الأوسط، وآسيا الوسطى، والقسم الأكبر من آسيا الروسية، والمناطق الداخلية من الصين، يشكل إنتاج الماشية كمورد للرزق الدعامة الأساسية للنشاط الزراعي. حول السواحل الصينية والقسم الأعظم من جنوب

وجنوب شرق آسيا، يتمثل الشكل الرئيسي للنشاط الزراعي في إنتاج المحاصيل الضرورية للمعيشة. ونجد بعض جيوب من الإنتاج الزراعي التجاري منتشرة في أنحاء المنطقة، ولا سيما في اليابان وجنوب شرق آسيا والأجزاء الغربية من روسيا وبعض البقع من الشرق الأوسط.

تشمل الأنشطة الاقتصادية الهامة في آسيا الوسطى وروسيا إنتاج القمح وغيره من الحبوب والقطن والخضر. ويشكل جنوب شرق آسيا والأجزاء الجنوبية من الصين والهند مناطق متخصصة بشكل رئيسي في زراعة الأرز، فيما يشجع إنتاج واستهلاك الحبوب في المناطق الشمالية من الصين والهند. وتلعب مزارع شجر المطاط والنخيل الزيتي دوراً هاماً في النشاط الزراعي في ماليزيا وأندونيسيا. وتشكل مزارع الشاي نشاطاً هاماً في الهند وسري لانكا وأندونيسيا.

التربة

ترتبط التربة في آسيا بالمناخ والحياة النباتية في الدرجة الأولى. وقد يلعب منشأ التربة في بعض المناطق، ربما من النشاط البركاني أو من المواد التي تحملها المجاري المائية، دوراً أكثر أهمية. وتتميز هذه التربة البركانية أو الطميية بخصوبة كبيرة.

إن تربة التندرة، المتواجدة في الجزء الشمالي من القارة، تربة حمضية وقاحلة. وتمتد تحت الكثير من هذه المناطق تحتية^(٢) مجتدة بشكل دائم لا تذوب أبداً في فصل الصيف القصير. يُعرف هذا النوع من التربة بالجليد السرمدي^(٣) ويغطي منطقة واسعة جداً في الجزء الشمالي من سيبيريا.

جنوب التندرة، تنصف تربة النتيجة أيضاً بالحموضة ويجذب نسي. ونجد تربة أقل حموضة وأكثر خصوبة نوعاً ما في الغابات المختلطة وغابات الأشجار العريضة الأوراق الواقعة إلى الجنوب.

إلى جنوب الغابات، تمتد التربة المرجية^(٤) والسوداء. ونظراً إلى أن هذه التربة قد تكونت في منطقة تتلقى كمية ضئيلة من الأمطار، لم يجز امتصاص أو جرف المعادن المفيدة التي تحتويها، وهي عملية تُعرف بالارتشاح^(٥). وتُعتبر هذه الأراضي من أخصب الأراضي في العالم. نجد أفضل الأراضي الزراعية في آسيا الروسية في مناطق التربة السوداء، والتربة الأقل خصوبة الموجودة في الغابات المختلطة وذات الأشجار العريضة الأوراق.

غالباً ما تتواجد التربة غير المرشحة في المناطق الجافة وشبه الجافة من القارة وهي غالباً تربة خصبة، باستثناء التربة المشبعة بالأملح أو المعادن القلوية^(٦). ويتوقف استعمال هذه التربة، إلى حد بعيد، على توفر مياه الري. إلا أن الري المتواصل قد يزيد من تركيز الأملاح أو المعادن القلوية ويحول دون زرع المحاصيل.

إن تربة المناطق الاستوائية الممطرة هي بوجه العموم تربة ماحلة غير خصبة. تؤدي الأمطار الغزيرة ودرجات الحرارة المرتفعة التي تشهدها هذه المناطق إلى ترشيح القسم الأكبر من المعادن المفيدة من التربة. ويحدث ترشيح أخف للمعادن في المناطق المدارية الممطرة والجافة، والمناطق الرطبة المجاورة لخط الاستواء.

إن الكثير من التربة الحمراء والصفراء في المنطقة الرطبة المجاورة لخط الاستواء في الصين قد تحسنت بفضل آلاف السنين من العناية والمعالجة، التي شملت استعمال السماد الخليط (مواد نباتية معقنة). ولكن، في بعض المناطق الصينية شبه الجافة، أزيلت النباتات الطبيعية العميقة الجذور - التي كانت تحول دون انجراف التربة - لزراعة المحاصيل الغذائية التي تقتصر إلى أجهزة جذرية كافية، وتتسبب بتآكل التربة السطحية.

الحياة الحيوانية

تعيش في آسيا مجموعة كبيرة ومتنوعة جداً من الحيوانات البرية، التي تشمل أنواعاً عدّة تنفرد بها القارة. يعيش إنسان الغاب Orangutan، وهو ثاني أطول قرد بعد الغوريلا، في جزيرتي بورنيو وسوماترا. وتستوطن دبة البندا العملاقة جنوب غرب الصين، فيما تجوب فهود الثلج هضاب وجبال آسيا الوسطى. تُؤوي بحيرة بايكال نوعاً نادراً من الفقمة يعيش في المياه العذبة. ويعيش في نهر يانج تسي كيانج الصيني دلفين نهري معروض للإنقراض بسبب تلوث المياه وتزايد عدد المراكب النهرية المجهزة بالحرركات. يسكن تين كومودو، وهو أكبر عظاية^(٧) في العالم ومن أقدم العطاء الباقية إلى اليوم، في جزيرة صغيرة في شرق أندونيسيا.

يمكن تصنيف الحياة البرية في آسيا وفق المناطق النباتية المختلفة التي تسكنها. تعيش الرنة في جنوب التندرة، في شمال سيبيريا. وتكثر الحيوانات الصغيرة المكتسبة بالفرو، مثل السمور والثعلب، في غابات النتيجة في آسيا الروسية. تُؤوي الأراضي العشبية طباء وعدداً كبيراً من القوارض، بما فيها المرموط. يعيش أيل المسك الصغير في المناطق الجبلية من آسيا الوسطى. وتتواجد النمر، التي تعيش نوع منها في شمال سيبيريا، في أرجاء غابات المطر الاستوائية في جنوب وجنوب شرق آسيا. ويسكن هذه المنطقة أيضاً حيوانات وحيد القرن (كركدن) وسعادين وعدة نُوُعات من الفيلة.

(٢) تحتية: طبقة الأرض الواقعة تحت التربة مباشرة.

(٣) السرمدي: الدائم.

(٤) المرجية: المروج.

(٥) الارتشاح: الامتصاص.

(٦) المعادن القلوية: الأرض التي تحتوي كاليوم، سترونتيوم، مغنسيوم، باريوم، باريليوم وراديم.

(٧) عظاية: بعض أنواع الزواحف الكبيرة.

(١) البيومات: أراض عشبية رطبة.

تعيش غزلان في المناطق الكثيرة التلال في جنوب شرق آسيا، ويعيش نوع نادر من الظباء يُعرف بالمارية Oryx على أطراف المناطق الصحراوية في شبه الجزيرة العربية. ومن الحيوانات الأخرى التي يشيع تواجدها في جنوب غرب آسيا، نذكر الذئب والضبع.

في المناطق الجبلية النائية من قتيانم المناخمة للحدود مع لاوس، اكتشفت حيوانات لم تكن معروفة لدى العلماء من قبل. في ١٩٩٣، اكتشف نوع جديد من الحيوانات الشبيهة بالأبقار، الساولا (فو كوانج)، وهو الاكتشاف الرابع فقط من نوعه في القرن العشرين. واكتشف العلماء حيوانات أخرى منذ ١٩٩٢، منها حيوانان شبيهان بالظبي والمونتجك العملاق والكوانج جيم.

تشمل حيوانات آسيا الأليفة جاموس الماء، الذي يُشَدُّ إلى محراث أو عربة بدولابين. وتُستخدم الماشية أيضاً للجزر، لا سيما في الهند، التي تملك أكبر قطعان أبقار في العالم. لا يأكل معظم سكان الهند لحم البقر لالتزامهم إلى الديانة الهندوسية، التي تعتبر البقرة حيواناً مقدساً. تشكل الخنازير مصدراً أساسياً للبروتين في الصين، لكنها تُعتبر دسنة في البلدان الإسلامية، التي تشمل باكستان وأفغانستان ومعظم دول الشرق الأوسط. تُرتى الخراف فوق مساحات شاسعة من المناطق شبه الجافة في آسيا الروسية، فيما تُرتى الرنة في الشمال. ويستعمل الناس الجمال في أنحاء المناطق الجافة من الشرق الأوسط.

تعيش في آسيا مجموعة متنوعة جداً من الطيور تشمل عدة أنواع نادرة. في جبال شمال الهند، يعيش كاسر العظام (طير ضخم شبيه بالنسر)، الذي يمكن أن تصل بسطة جناحه إلى حوالي ٣ أمتار. وتواجد الطواويس وطيور الجنة في غابات المطر في جنوب شرق آسيا.

ويستوطن قارة آسيا أيضاً عدد كبير من الحيات السامة المعروفة في العالم. وأهم هذه الحيات السامة الصل Cobra، الذي يشيع وجوده، خصوصاً في الهند، والكُرْتِث^(٨) والأفعى الحبيثة، اللذان يتوزعان في أنحاء القارة. ويعيش الكثير من الزواحف الأخرى، مثل التماسيح، في أنهار جنوب شرق آسيا.

الحشرات والطفيليات

تعرّز المناخات الإستوائية السائدة في أجزاء كبيرة من آسيا تنامي الحشرات والطفيليات ذات دورات الحياة الطويلة المعقدة. يمكن أن يتجاوز طول الحشرة العصوية^(٩) الإستوائية ٣٠ سنتيمتراً. ويؤدي انعدام البرد في الشتاء، وغزارة المطر في المناطق الإستوائية المطيرة إلى تكاثر الكائنات الحية المسببة للبرد (الملاريا) والبعوض الذي يحملها. ويمكن لأكثر المتطفلات المسببة للملاريا فتكاً، Plasmodium Falciparum، أن يبقى على قيد الحياة على مدار السنة في المناطق الإستوائية. تنتشر الخيطيات، وهي ديدان مدوّرة طفيلية صغيرة، في الهند وقسم كبير من جنوب شرق آسيا؛ ويتسبب هذا الطفيلي بداء الفيل، وهو مرض يولد تورّمات غريبة بشعة. تهدّد أسراب الجراد الضخمة بصورة دورية المزروعات في مناطق مختلفة من آسيا، لا سيما في جنوب غرب آسيا.

الموارد المعدنية

آسيا قارّة غنيّة بالموارد المعدنية، ويشكّل العلماء في وجود موارد أخرى في بعض المناطق، مثل التيت، لا تزال غير مستكشفة جيولوجياً. وتتمتع آسيا بموارد طاقة كبيرة. يتوزّع النفط والغاز الطبيعي بشكل متماثل نسبياً، لكن أكبر التراكيزات المعروفة من المحروقات تقع عند رأس الخليج العربي؛ وفي أجزاء من أندونيسيا، لا سيما سوماترا وبورنيو؛ وفي الصين الشمالية والداخلية؛ وعلى سواحل بحر قزوين؛ وفي غرب الأراضي السيبيرية الخفيفة. ويعتقد الجيولوجيون بوجود كميات كبيرة من النفط في البحر، قبالة سواحل الصين وأندونيسيا وماليزيا وغرب الهند.

منذ أن بدأ الاقتصاد القيتنامي بالإنفتاح على الإستثمار الخارجي في أواخر الثمانينات، تمّ حفر أماكن تواجد النفط والغاز قبالة الشاطئ للإنتاج التجاري. وتطالب الصين وتايوان وقيتانم وبيروناي وماليزيا والفلبين بجزء من جزر سبراتلي في بحر الصين الجنوبي، وهي منطقة يُعتقد أنها تحتوي على احتياطي كبير من مصادر الطاقة والموارد المعدنية.

يتواجد الفحم بكميات ضخمة في سيبيريا وشمال شرق الهند، وخصوصاً في إقليم شانسي في شمال الصين، الذي يحتوي على ٣٠٪ من احتياطي الفحم المثبت وجوده في الصين. على رغم وجود احتياطي هائل من الفحم في الصين، تستورد الصين الفحم من الخارج، نظراً لعدم قدرتها على نقل كمية كافية من الفحم من المناطق الشمالية إلى المناطق الجنوبية من البلاد.

باستثناء تركيا، التي تشكل منتجاً كبيراً للكروم، يفتقر جنوب غرب آسيا نسبياً للأركزة المعدنية. بالمقابل تتمتع الصين وسيبيريا بموارد معدنية غنيّة جداً. تحتوي أرض ماليزيا على كمية كبيرة من القصدير، وتُعرف الهند بغناها بالحديد والمنغنيز. وتستخرج أندونيسيا البوكسيت، الذي يُستعمل في إنتاج الألومنيوم. ولجهة الحجارة الكريمة، يُستخرج الماس من سيبيريا، والصّكّر والياقوت من جنوب وجنوب شرق آسيا. وتشمل الموارد المعدنية الهامة الأخرى الذهب والفضة والأورانيوم والنحاس والرصاص والزنك. ولا تملك المراكز الصناعية الكبرى في آسيا، كاليابان وسنغافورة وهونج كونج، أي موارد معدنية هامة تُذكر.

المسائل البيئية

تعاني الدول الآسيوية بعض المشكلات البيئية الصعبة. ومن أهمّ هذه المشكلات، تآكل الأرض

والترربة، الذي يقلّل من قدرة الأرض على دعم وتعزيز الحياة. ويشكّل التصحر مثلاً متطرفاً على تآكل الأرض. يقدّر العلماء أنّ ١٠٪ من مجمل الأراضي قد تحوّلّت من أراضٍ منتجة إلى صحراء، ويتعرّض اليوم ربع مساحة الأرض المتبقية لخطر التصحر. تتسع المناطق الصحراوية في الشرق الأوسط منذ مئات السنين، وقد دثر الإستيطان البشري الغابات القبتاريخية التي كانت تغطي المنطقة. وأكمل فرط الرعي والقضاء على الحياة النباتية المحيطة تصحر المنطقة.

تشكّل الزّخرجة (إزالة الأحراج) مشكلة خطيرة أخرى. تنتشر غابات المطر الاستوائية المتصلة الظلة من شمال شرق الهند عبر جنوب شرق آسيا وشمالاً حتى جنوب الصين. بين ١٩٦٠ و١٩٩٠، خسرت آسيا نحو ثلث غاباتها الإستوائية. لم يبق في الهند سوى ٢٥٪ تقريباً من الغطاء الحرجي الأصلي، وتنخفض هذه النسبة إلى ٢٢٪ في الفلبين.

في السنوات القليلة الماضية، تزايدت نسبة إزالة الغابات في أماكن مثل كامبودجيا ولاوس وأندونيسيا. إنّ تزايد عدد الناس الذين يمارسون الزراعة المتنقلة، المعروفة أيضاً بزراعة القطع والحرق، قد تسبّب ببعض الضرر، لكنّ القطع السريع لغابات المطر للغابات التجارية يتسبّب اليوم بأكثر مشكلة على الإطلاق. خفّضت الحكومة الأندونيسية معدّل خسارة الغابات بحظر تصدير جذوع الأشجار غير المعالجة في ١٩٨٥، ثمّ باستبدال الحظر بضريبة تصدير مرتفعة في ١٩٩٢. إلّا أنّ قطع الأشجار غير القانوني مستمرّ في أنحاء المنطقة، وغالباً ما يحدث في بعض المناطق بمساندة القوى العسكرية أو الميليشيات، التي تستعمل المردود لتمويل نشاطها.

تسبّب التصنع السريع الذي شهدته بلدان شرق وجنوب شرق آسيا تلوث هواء خطير. ويتشكّل اثنان من الملوثات الرئيسية الناتجة عن احتراق المحروقات الأحفورية، مثل النفط والغاز الطبيعي، من مادة جسيمية معقّدة وثاني أكسيد الكبريت. تلحق هذه المواد ضرراً بالسبيل التنفسي عند الانسان، وتسبّب بأمراض مثل التهاب القصبات.

تعاني المدن الصينية، لا سيما بايجينج (بيكين) وشنيانج وشانجهاي وسيان، بعض أعلى نسب التلوث بالمواد الجسيمية المعقّدة في العالم، نظراً لاستعمال الفحم بشكل كثيف لتوفير الطاقة اللازمة للبيوت والصناعات. وتشهد أيضاً المدن الهندية، ومنها نيودلهي وكالكوتا وبومباي (مومباي) نسباً مرتفعة من المواد الجسيمية المعقّدة وثاني أكسيد الكبريت الناتجة عن استعمال المحروقات الأحفورية. ولا تصل نسب تلوث الهواء إلى هذه الدرجات المرتفعة في طوكيو وغيرها من المراكز الصناعية اليابانية الأخرى، نظراً لصرامة المراقبة والضوابط التي تفرضها الدولة.

يتنبأ بعض العلماء بأنّ ارتفاع درجات الحرارة العالمي سوف يتسبّب بذوبان قنسنوتي الجليد القطبيين، ما يرفع معدّل مستوى مياه البحر إلى ٢٢٠ ميليمتراً تقريباً في ٢٠٥٠ وإلى ٥٠٠ ميليمتر تقريباً في ٢١٠٠. يتسبّب أي ارتفاع في مستوى سطح البحر بحدوث كوارث في البلدان الآسيوية الساحلية. وفي هذه الحالة، تتلقّى بنجلادش أسوأ ضربة على الإطلاق، إذ يعيش أكثر من ١١٠ ملايين من سكانها في دلتا الجانج الخفيفة. يتعرّض حالياً حوالي ١٤,٠٠٠ كم^٢ من أراضي بنجلادش للأعاصير والأمواج المدّية التي تغمر المنطقة، وسوف تخسر البلاد هذه المساحة من الأرض عند ارتفاع مستوى سطح البحر ١٠٠٠ ميليمتر. إنّ الكثافة السكانية العالية في هذه المناطق الخفيفة تجعل الانتقال إلى مناطق أعلى أمراً غير قابل للتطبيق.

يزداد الوعي البيئي في آسيا يوماً بعد يوم. إشتريت معظم الدول الآسيوية في مؤتمر ١٩٩٢ حول البيئة والتنمية، وتطبق حكومات هذه الدول بشكل متزايد قوانين بيئية جديدة. لكن، في معظم البلدان النامية، تبقى الأولوية للتنمية الاقتصادية.

التطوّر الاقتصادي

إنّ قسماً كبيراً من الدول الآسيوية بلدان متخلّفة اقتصادياً. وبالرغم من أنّ معظم سكّان القارة يعملون في الزراعة، فإنّ القسم الأكبر من النشاط الزراعي يتّصف بمردود منخفض وإنتاجية عمل متدنية. لا يعمل سوى عدد قليل نسبياً من الآسيويين في قطاع الصناعة. أمّا قطاع الخدمات فطغى فيه المهن ذات الدخل المنخفض، مثل بائعي الشوارع وسائقي مركبات الأجرة التي تُدفع بالتدريس. وغالباً ما تكون المراكز المدنية وصناعاتها غير مندمجة بشكل جيّد في الإقتصاد الريفي. وكثيراً ما تكون أنظمة وشبكات النقل، داخل البلدان وبينها، غير متطورة نسبياً.

واجهت روسيا ومعظم بلدان آسيا الوسطى مصاعب اقتصادية كبيرة منذ بداية التسعينات، عندما سقط الاتحاد السوفياتي واقتصاد الاشتراكي الموجه مركزياً. من جهة أخرى، شهدت الصين وقيتانم نمواً اقتصادياً هاماً منذ أواخر الثمانينات، عندما بدأت حكوماتها بالتحوّل من النظام الموجه مركزياً إلى نظام سوق مختلط. أمّا أفغانستان وبنجلادش والدول الصغيرة في جنوب آسيا، إضافة إلى لاوس وكامبودجيا في جنوب شرق آسيا، فلم تحقّق سوى مكاسب اقتصادية ضئيلة. ويواجه اقتصاد هذه البلدان عواقب مختلفة، منها الإفطار إلى الموارد وتفشي الفقر، وفي الكثير من الأحوال، سوء التخطيط من قبل الحكومة.

ومع ذلك، فإنّ المنجزات الاقتصادية الإجمالية التي تمّ تحقيقها في آسيا منذ أوائل التسعينات قد جاءت بنتائج جيّدة جداً. تشكّل اليابان قوّة اقتصادية عالمية كبرى، وتسجل ثاني أعلى معدّل دخل للشخص في العالم بعد سويسرا. وغالباً ما يُطلق الإقتصاديون على هونج كونج وسنغافورة وكوريا الجنوبية وتايوان اسم «النمو الأربعة»، نظراً إلى أنّها حقّقت بسرعة مذهلة نمواً اقتصادياً كبيراً وأحد

(٨) الكريت: أفعى سامة جداً تفرّز سماً يضرب الجهاز العصبي.

(٩) الحشرة العصوية: حشرة ذات جسم طويل مستدير شبيه بالعصا.

أعلى مستويات المعيشة في العالم. وتلحق تايوان وماليزيا عن قرب بهذه البلدان الأربعة. نظراً إلى معدلات النمو السنوية المرتفعة التي تحقّقها كل هذه البلدان (تراوح بين ٥ و ١٠٪)، فهي تُعرف أحياناً «بالأنظمة الاقتصادية الحديثة التصنع». إلا أنّ هذه العبارة لا تُستعمل بشكل دقيق، وتشمل أحياناً أندونيسيا والصين وفيتنام، التي حقّقت أيضاً نمواً سريعاً منذ أواسط الثمانينات. يعود النجاح الاقتصادي الذي حقّقه الدول الآسيوية في الدرجة الأولى إلى السياسات الحكومية التي تركز على الاستثمارات الأجنبية وعلى إنتاج مصنوعات للتصدير بشكل تكتيفي يعتمد على زيادة اليد العاملة. في أوائل التسعينات، أجرت الهند والفلبين إصلاحات اقتصادية على غرار الإصلاحات المطبقة عند جيرانها الآسيويين. وقد حقّقت أيضاً دول جنوب غرب آسيا التي تتمتع بموارد نفطية كبيرة نمواً اقتصادياً جيداً.

الزراعة

تشكّل الأراضي الزراعية أقل من ثلث مساحة الأرض الإجمالية في آسيا. وتمثّل الوحدة الأساسية لتنظيم الإنتاج في المناطق الريفية إما بالمزرعة أو بالقرية، وفقاً لبنية المجتمع الريفي. في جنوب وجنوب شرق وشرق آسيا، يتميز النشاط الزراعي بمزارع صغيرة في أراضٍ طميية خفيفة، وعدد زائد من الناس على مساحة صغيرة من الأرض، وإنتاج مخصص في معظمه لتأمين الكفاف المعيشي، واعتماد كبير على الحبوب وغيرها من المواد الغذائية الأساسية. لا يزال استعمال الأدوات اليدوية البسيطة والمحراث الذي تسحبه حيوانات الجرّ أمراً شائعاً جداً في آسيا. إنّ الكثيرين من المزارعين الآسيويين مستأجرون، لا يملكون الأرض التي يزرعونها. كانت الزراعة الجماعية شائعة في الماضي، في البلدان الاشتراكية. وقد تفكّك معظم الجماعات الريفية في الصين وفيتنام، وعادت حقوق استعمال الأرض إلى عائلات المزارعين.

يشكّل الأرز، الذي يُزرع عادة بوجود كمية كبيرة من الماء، المحصول الغذائي الأساسي في جنوب وجنوب شرق وشرق آسيا. يعاني جنوب وجنوب شرق آسيا تحلّف منشآت وشبكات الريّ وضالّة الغلّة، ولا يُمارَس الزرع المزدوج (زرع وحصد محصولين في سنة واحدة) إلا نادراً في تلك المنطقة. في الهند، ساهمت مشاريع الريّ في استقرار الانتاج السنوي وزيادة الانتاج العام، لكنّ معدل كمية الأرز المنتجة في الهكتار الواحد في أواسط التسعينات لا يزيد عن نصف المعدل المسجل في اليابان. ومع ذلك، تنتج البلدان الآسيوية حوالي ٩٠٪ من الأرز في العالم. وتنتج الصين والهند وحدهما قرابة ٦٠٪ من الانتاج العالمي.

إضافة إلى الزراعة في المزارع الصغيرة، نجد أيضاً في جنوب وجنوب شرق آسيا عزباً، أو ملكيات كبيرة، تمارس الزراعة على نطاق واسع. وتنتج هذه المزارع المحاصيل المخصصة للتصدير، مثل المطاط وزيت النخيل ومنتجات جوز الهند والشاي والأناناس وقنب مانيلية. بدأت الزراعة ضمن عزب واسعة في أواخر القرن الثامن عشر وأوائل القرن التاسع عشر، عندما كانت القوى الاستعمارية الأوروبية تسيطر على القسم الأعظم من المنطقة. ولا يزال الكثير من العزب ملكاً للأجانب أو تحت سيطرتهم. في شرق آسيا، تركزت الزراعة على الريّ بغمر الحقل حتى خطّ العرض ٣٥° شمالاً في الصين، وحتى ٤٠° شمالاً في البلدان الأخرى. على نحو مغاير، يتميز جنوب شرق آسيا بإنتاج زراعيّ مرتفع، وشيوع الزرع المزدوج، وريّ منظم، واستعمال الأسمدة على نطاق واسع. وقد أدّت هذه الأساليب الزراعية إلى رفع زراعة الأرز في اليابان إلى درجة عالية من الإنتاجية، على الرغم من صغر حجم المزارع اليابانية.

شمال نهر هواي في إقليم أنهوي الصيني، يتراجع الأرز أمام القمح وغيره من الحبوب الجافة، خصوصاً الذرة البيضاء والذرة. تُمارَس تربية الأسماك والخنازير والطيور الداجنة في جميع أنحاء شرق آسيا. ولا تشيع تربية الأبقار المخصصة لإنتاج الحليب واللحم إلا في اليابان وكوريا.

يزرع المزارعون بعض الحبوب في المناطق الداخلية الجافة، حيث تشكّل تربية الأبقار والخراف والحياد نشاطاً اقتصادياً هاماً. تتركز الزراعة في المناطق شبه الجافة من وسط وجنوب غرب آسيا حول الواحات. إلا أنّ مستويات الإنتاجية متدنية عموماً في هذه المناطق.

الحراجة وصيد الأسماك

على رغم أنّ قطع الأشجار ونشر الحشيش صناعة هامة في جنوب شرق آسيا، فإنّ غط الإنتاج التجاري يشهد تغييراً ملحوظاً، يعود، إلى حدّ ما، إلى القلق المتزايد بشأن إتلاف الأحراج. فعلى سبيل المثال، حظرت أندونيسيا (مصدر مهم للأخشاب الاستوائية الصلبة) في ١٩٨٥ تصدير الجذوع غير المعالجة أو المصنّعة في محاولة لتبطيء الانتاج وزيادة صناعات الأخشاب المحلية. وفي ١٩٩٢، تمّ استبدال الحظر بضريبة مرتفعة على الجذوع المصدرة. في ١٩٨٩، حظرت تايوان، التي كانت في الماضي مصدراً هاماً لحشب التيك، قطع الأشجار للأغراض التجارية. وقد تحوّل الكثير من الشركات، نتيجة ذلك، إلى غابات كامبودجيا ولاوس وميانمار المجاورة، حيث عقد بعض المؤسسات تحالفات مع مجموعات منشقة لاستثمار الأشجار المحلية بشكل غير قانوني.

لا تزال الزراعة بالقطع والحرق تُمارس في بعض أجزاء من جنوب شرق آسيا، وأيضاً في مناطق جنوب آسيا وجنوب الصين الرطبة. إلا أنّ الغابات التي كانت تغطي في الأصل المناطق الكثيفة السكّان في الهند والصين قد أزيلت منذ زمن بعيد.

يشكّل قطع الأشجار للغايات التجارية صناعة هامة جداً في اليابان، حيث حلّت مساحات شاسعة من الصنوبريات المزروعة مكان القسم الأكبر من الغابات المعتدلة الأصلية في الجنوب والمحاوات (أو ذوات الحشيش الصلب) ذوات الأوراق المعيلة في الشمال. تتمتع سيبريا بمخزون هائل من الأخشاب، لكنّه غير مستغلّ نسبياً؛ فوعورة المنطقة ومناخها القاسي يمنع قطع الأشجار ونشر الحشيش، كما أنّ نوعية الأشجار ليست عموماً بالمستوى المطلوب في الأسواق العالمية.

إنّ المسامك البحرية مهمة جداً في آسيا. تحتل اليابان المرتبة الأولى في صيد الأسماك في العالم، وتبعتها الصين عن قرب. ويلعب الصيد دوراً هاماً أيضاً في روسيا وتايوان وأندونيسيا وكوريا والفلبين. وتشكّل تربية الأسماك أيضاً نشاطاً اقتصادياً هاماً، لا سيّما في الصين. مع أنّ صيد الأسماك في البلدان الأقل تطوّراً مخصّص في معظمه لتلبية حاجة المستهلك المحلي، يتزايد التركيز على تصدير الأسماك المحفّفة والمجفّدة والمعلّبة.

التعدين

يشكّل التعدين نشاطاً هاماً في معظم الدول الآسيوية، وصناعة مصدرة أساسية في الكثير منها: المنغنيز في الهند؛ والقصدير في ماليزيا وتايوان وأندونيسيا (التي تنتج معاً القسم الأكبر من كمية القصدير المنتجة في العالم)؛ وركاز الكروم في الفلبين. إلا أنّ أهم الصادرات المعدنية هو النفط، حيث تنتج البلدان الآسيوية حوالي نصف كمية النفط الاجمالية المنتجة في العالم. يحتوي جنوب غرب آسيا أكبر احتياطي للنفط في العالم خارج روسيا، ويُصدّر القسم الأكبر من هذا الإنتاج إلى خارج المنطقة. كما أنّ أندونيسيا، ومؤخراً، الصين وماليزيا هي أيضاً بلدان مصدرة للنفط. في جنوب آسيا، تُستغلّ تراكمات محدودة من النفط والغاز الطبيعي في بنجلادش وباكستان وقبالة الساحل الغربي للهند. يشكّل تعدين الفحم نشاطاً هاماً في الصين - التي تنتج حوالي ٣٠٪ من كمية الفحم الاجمالية المنتجة في العالم - وفي وسط وشرق سيبريا، وشمال شرق الهند، وإيران، وتركيا. وتشمل المنتجات المعدنية المهمة الأخرى الحديد والمنغنيز والتنجستين في الصين؛ والكبريت والزنك والمولبدن في اليابان؛ والذهب في أوزبكستان وسيبيريا.

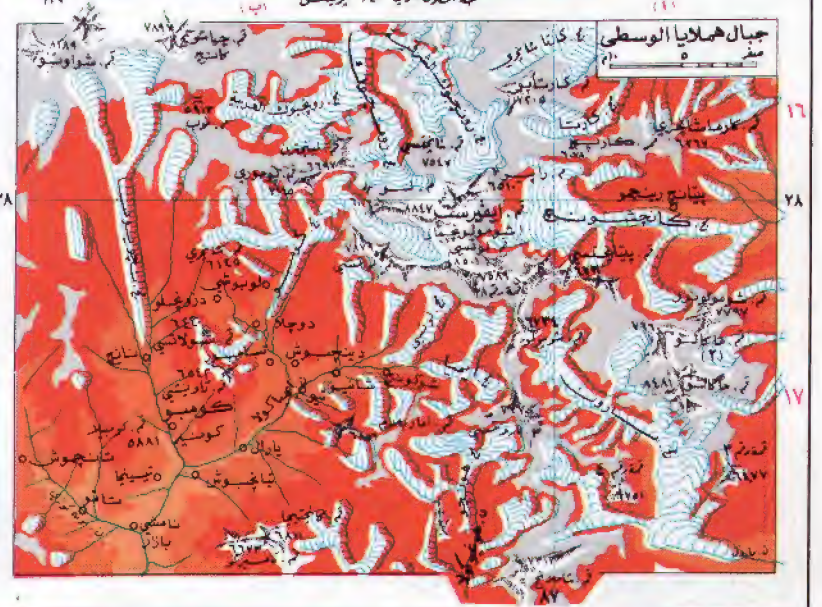
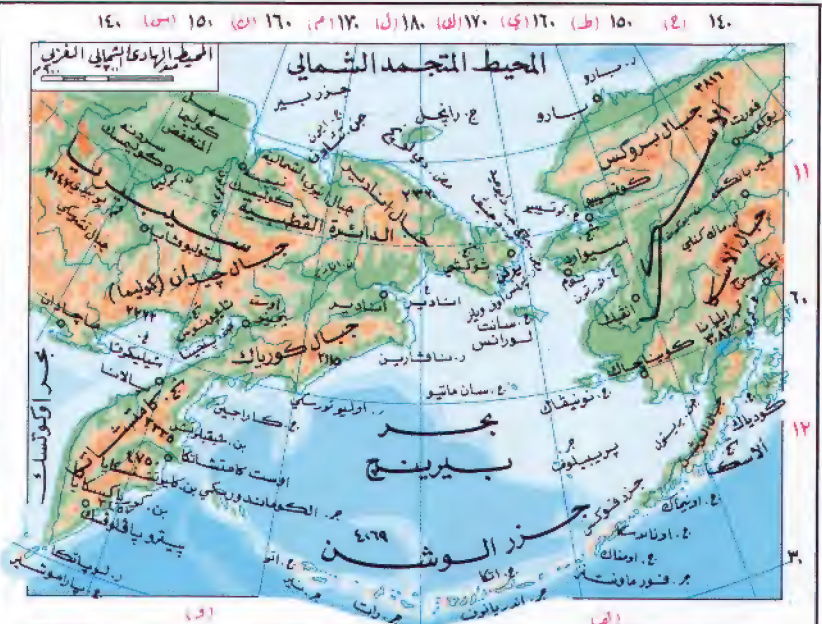
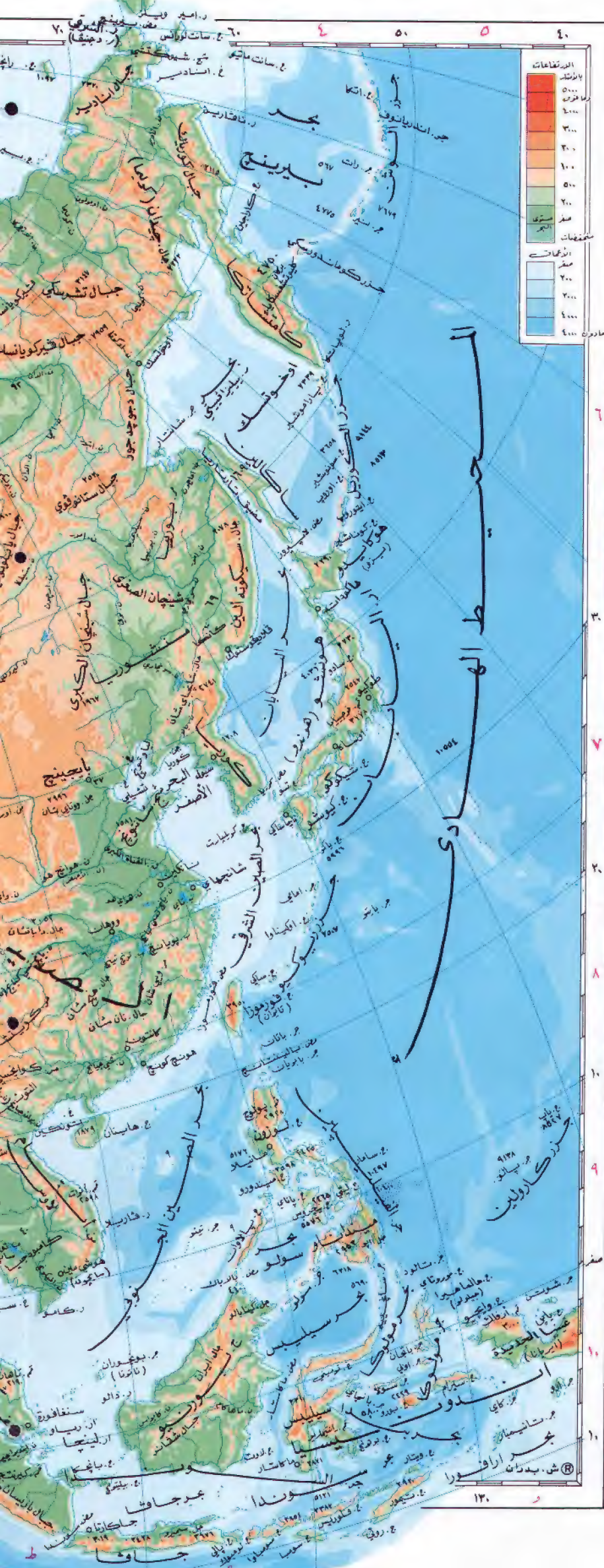
الصناعة

تتوزّع القدرة الصناعية في آسيا على نحو غير متماثل، لكنّها تنمو بسرعة كبيرة. تتمتع اليابان بقطاع صناعي شديد التنوع يشغل حوالي ربع اليد العاملة في البلاد. ونجد أيضاً في الصين وروسيا والهند مراكز صناعية كبيرة. في الصين، يعمل حوالي ١٥٪ من اليد العاملة في القطاع الصناعي. وتتركز الصناعات في إقليم ليانونغ في الجزء الشمالي الشرقي من البلاد؛ وفي مدن شانجهاي المرفئية تينجن وتشينجداو و ووهان؛ وفي مناطق داخلية مختارة حيث تتوفر المواد الخام. ويشكّل إنتاج الصلب أهم الصناعات الصينية. تتجمّع الصناعات في سيبريا قرب جبال الأورال؛ وقرب المراكز المدنية الكبيرة على طول السكّة الحديدية الممتدة عبر سيبريا، مثل نوفوسيبيرسك؛ وقرب مراكز معزولة في أقصى الشرق الروسي. لا يشغل القطاع الصناعي في الهند سوى ١٠٪ من اليد العاملة. وتتركز الصناعات بشكل كثيف داخل وقرب كالكوفا وفي منطقة بومباي ووسط شبه الجزيرة وفي الكثير من المناطق الأخرى حيث تتوفر الموارد اللازمة.

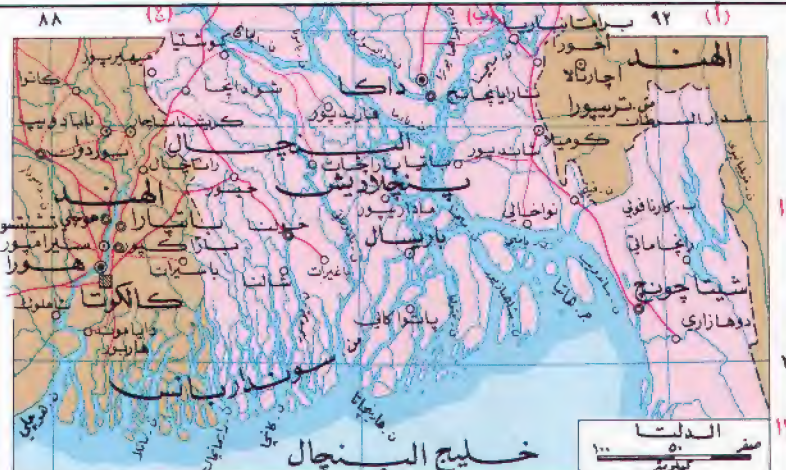
منذ الستينات، شهد القطاع الصناعي نمواً سريعاً في بعض مناطق شرق وجنوب شرق آسيا. في السبعينات، كان الإنتاج الصناعي السنوي في كوريا أقل من ربع إنتاج الهند، لكنه أصبح ضعف انتاج الهند في أوائل التسعينات. وقد أنشأت أيضاً كل من تايوان وأندونيسيا، خصوصاً قرب بانجكوك وجاكارتا، صناعات هامة، كما فعلت سنغافورة وهونج كونج وماليزيا والفلبين. يتمثّل الاتجاه السائد في الدول الآسيوية الجنوبية الشرقية بالاستفادة من اليد العاملة الرخيصة عبر إنشاء صناعات موجهة للتصدير. وقد تركز الاهتمام على صنع الثياب والأحذية وعلى الأجهزة الالكترونية مثل أجهزة التلفزيون وآلات التسجيل التلفزيوني (الفيديو) والآلات المشغلة للأسطوانات الصغيرة Compact Disc. في البلدان الأخرى، تهتمّ الصناعات في أغلب الأحيان بمعالجة المواد الخام الزراعية والمعدنية والحرجية المحلية؛ وبالصناعة الخفيفة للأسواق المحلية؛ وبجمع الآلات والمركبات المستوردة من بلدان أخرى.

الطاقة

تمتلك بلدان جنوب غرب آسيا الغنيّة بالنفط بعض المصادر الأخرى للطاقة. تتمتع الهند بإمكانات كهربيائية هائلة، ويأتي حوالي نصف الكهرباء المولّدة في البلاد من القوة المائية. ومع ذلك فإنّ قسماً كبيراً من الطاقة المستهلكة في المناطق الريفية من الهند لا يزال يُستمد من حرق الزوّث والأغصان المقطوعة. وقد أثبتت كلّ من الصين واليابان أنّ المصانع الكهربيائية الصغيرة يمكن أن تكون فعالة جداً في تزويد البلدات الصغيرة والمناطق الريفية بالطاقة اللازمة. تستخدم الصين آلاف المصانع الكهربيائية الصغيرة، التي تتركز بشكل رئيسي في جنوب البلاد، إضافة إلى ٢٠ مصنعاً كبيراً. إلا أنّ الفحم يبقى المصدر الرئيسي للطاقة في الصين. في اليابان، يشكّل النفط المصدر الأول للطاقة وتستورد اليابان جميع الكمية اللازمة تقريباً. تتمتع سيبريا بإمكانات كهربيائية كبيرة لم يبدأ استغلالها إلا مؤخراً. في جنوب شرق آسيا، يُنتج النفط بكميات كبيرة في كلّ من أندونيسيا وماليزيا وبروناي، لكنّ المصادر المحلية الرئيسية للطاقة هي القوة المائية والخطب.



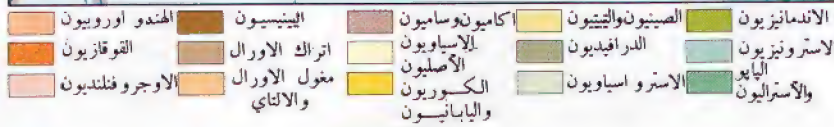




آسيا: استثمار الأرض



الشعوب الآسيوية

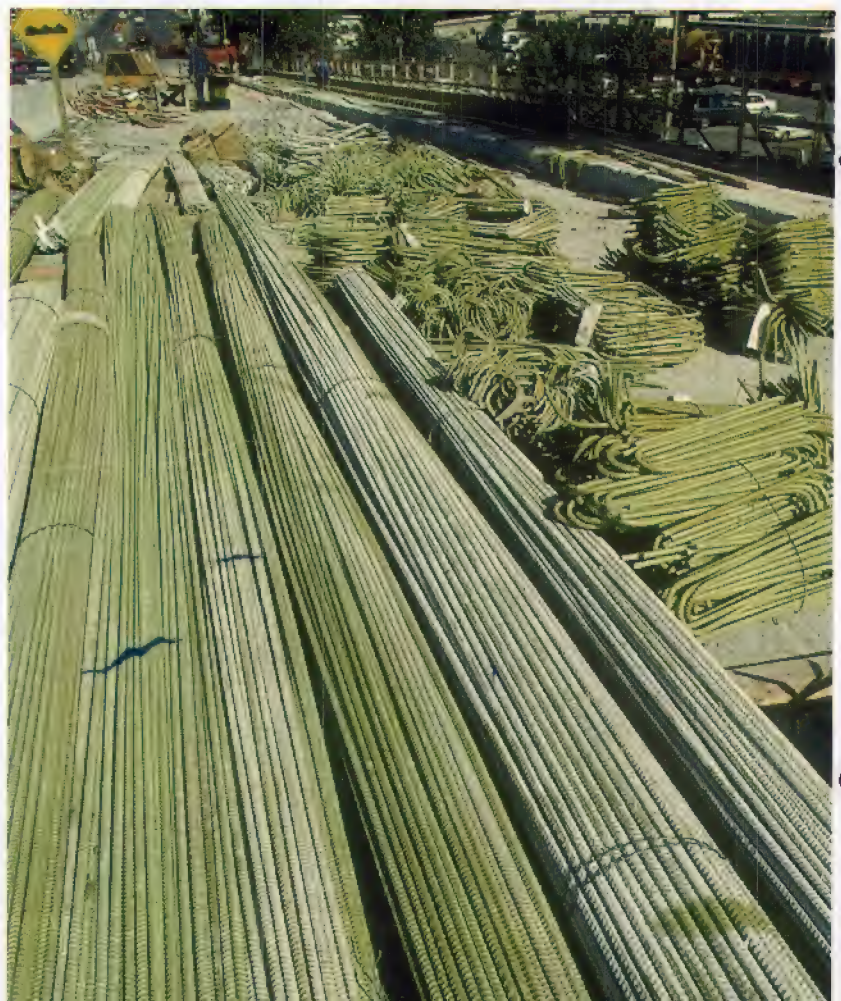
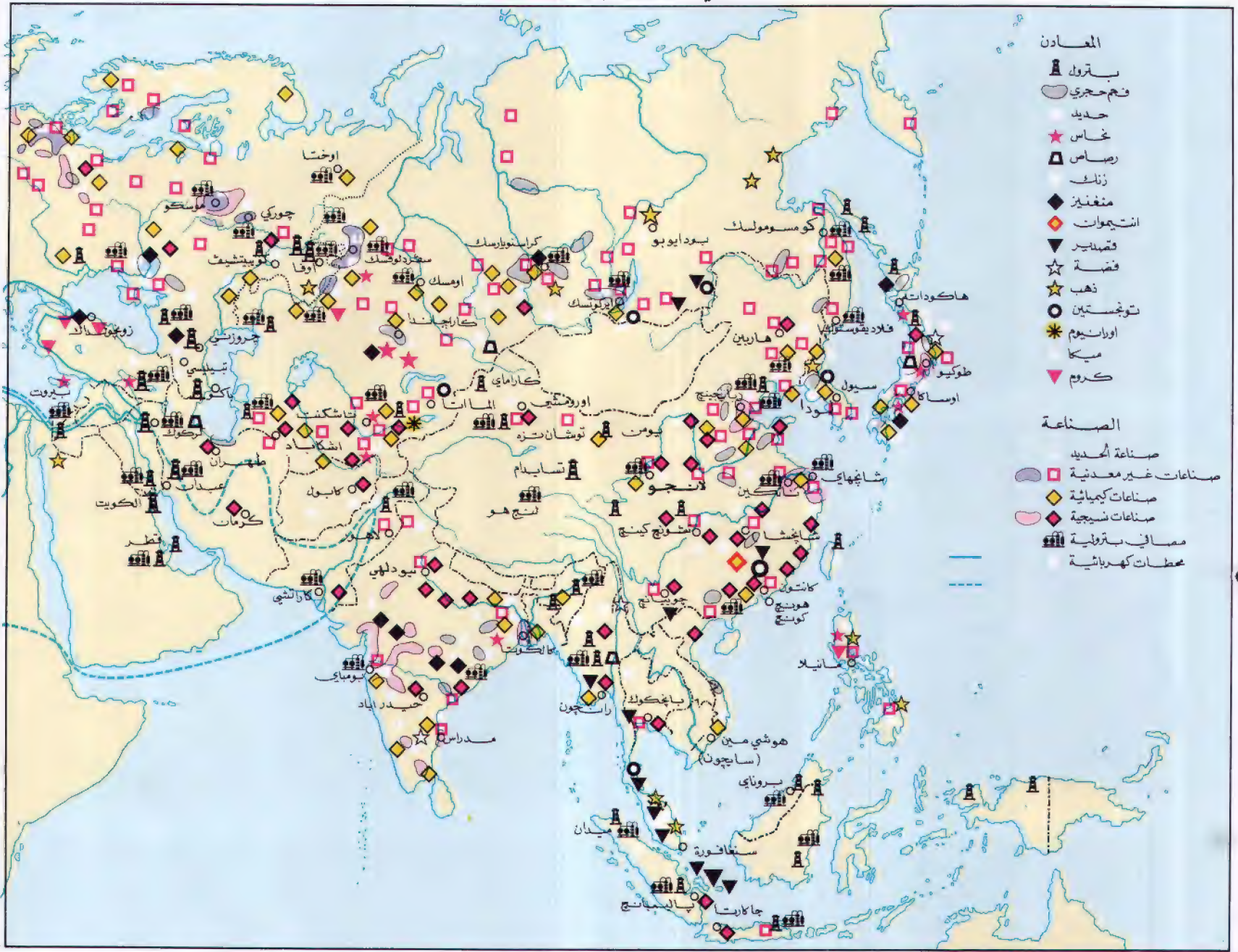


اليابان: زراعة الأرز.

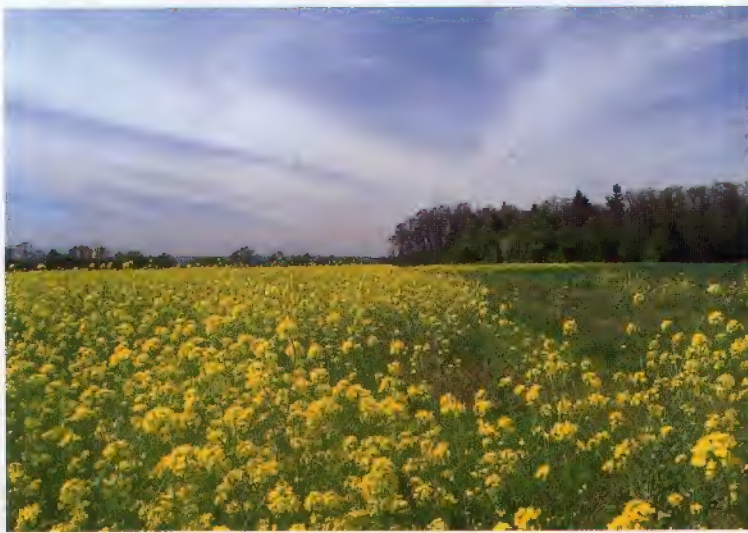


اليابان: مزارع الشاي.

آسيا: المناجم والصناعة







المناطق الإيرانية القازونية

خريطة رقم ۱۲





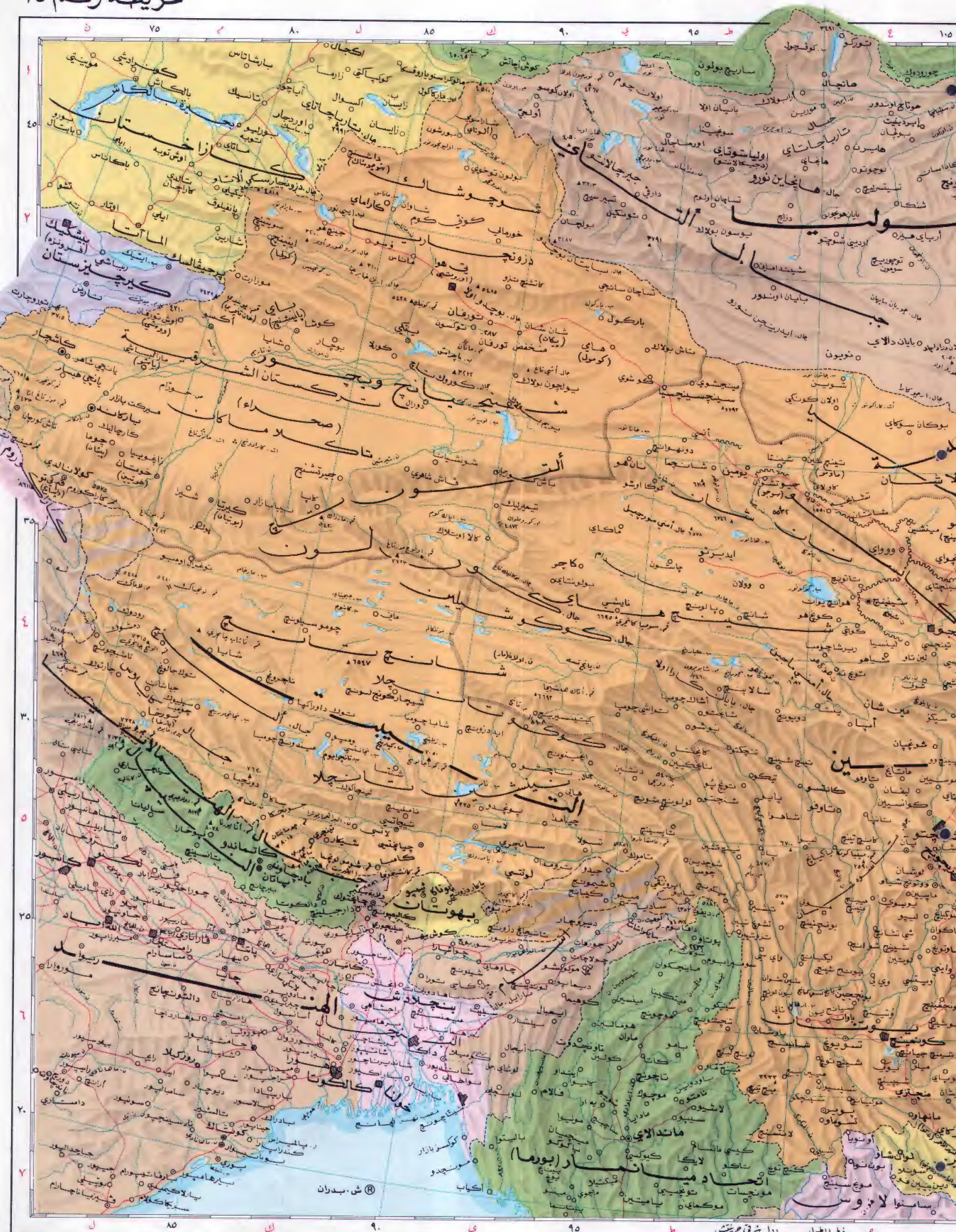


في الأعلى: سلسلة جبال الهيمالايا هي أضخم سلسلة في العالم (مساحتها تعادل مساحة أوروبا كلها). وفيها تقع أعلى قمم العالم لا سيما قمة إيفيرست (٨٨٤٨ م) أعلى نقطة على الأرض. أول فريق علمي وصل إلى القمة سنة ١٩٥٣، وذلك بعد محاولات عدة فاشلة منذ سنة ١٩٢٠.
هنا منظر لقمة الإيفيرست. وهي دوماً مكللة بالثلوج الأبدية.

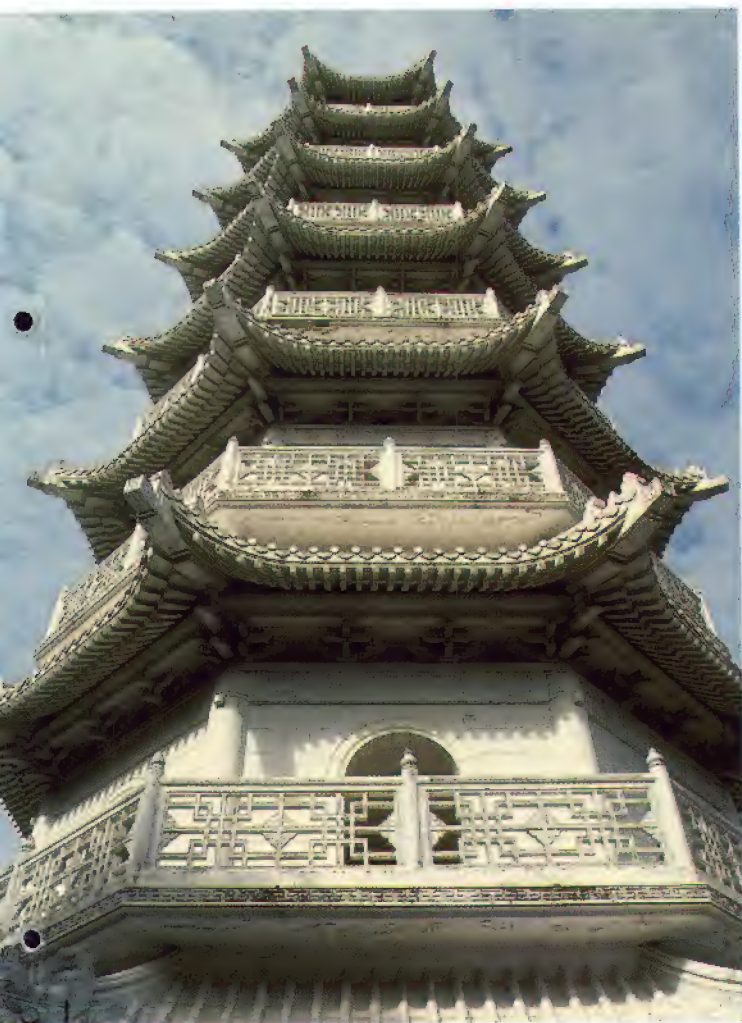
إلى اليسار: معبد «شيدامبارام» أحد أجمل المعابد، ويقع في ولاية مدراس الجنوبية، في الهند.



خريطة رقم ١٤



الصين والشرق الأقصى : المناطق الزراعية

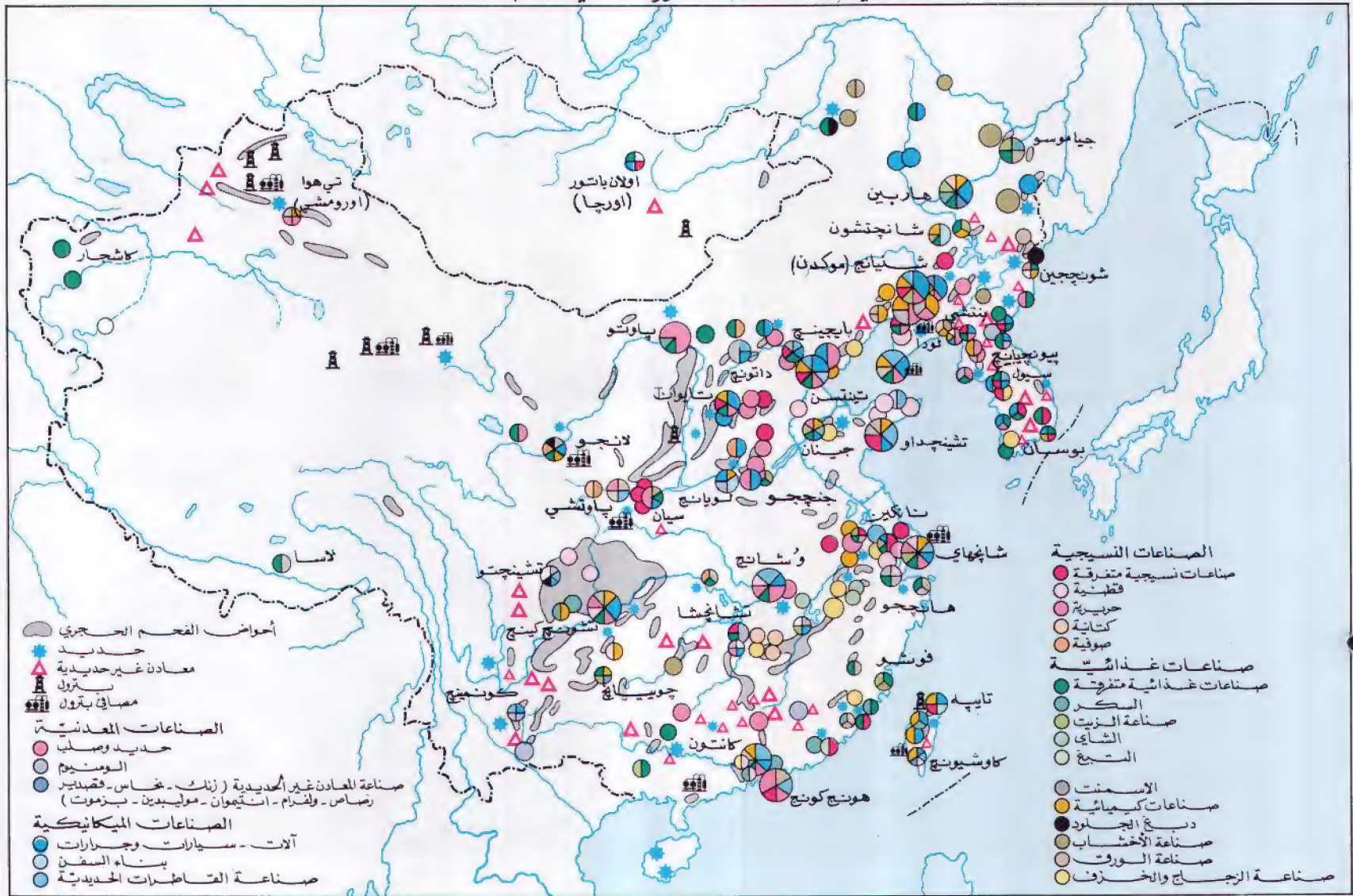


الصين والشرق الأقصى: التطور السياسي الحديث



هونج كونج: الفن المعماري في عهد مملكة السونج.

الصين (الترادف) الثروة المعدنية والصناعة



مجمع صناعي



التبت: راعي المعز.



الصين: امرأة ترش الحقل بالمبيدات في يونان.



الصين: حصاد الحقل.



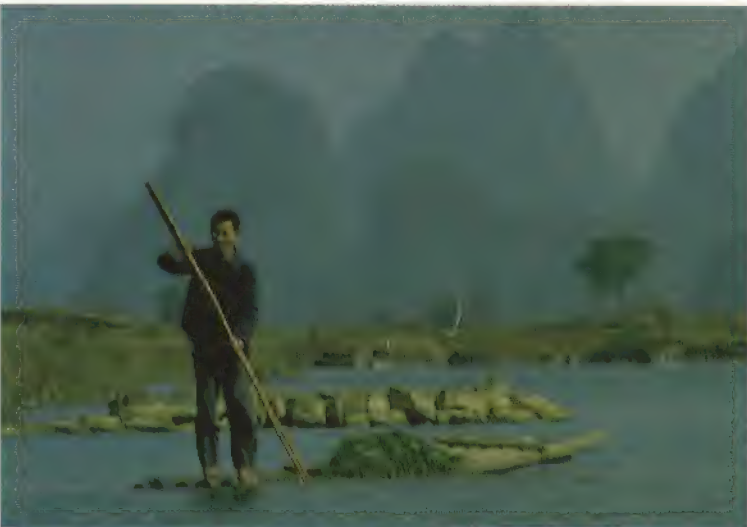
التبت: حيوان الياك.



الصين: سور الصين العظيم في منطقة پاتالينج.



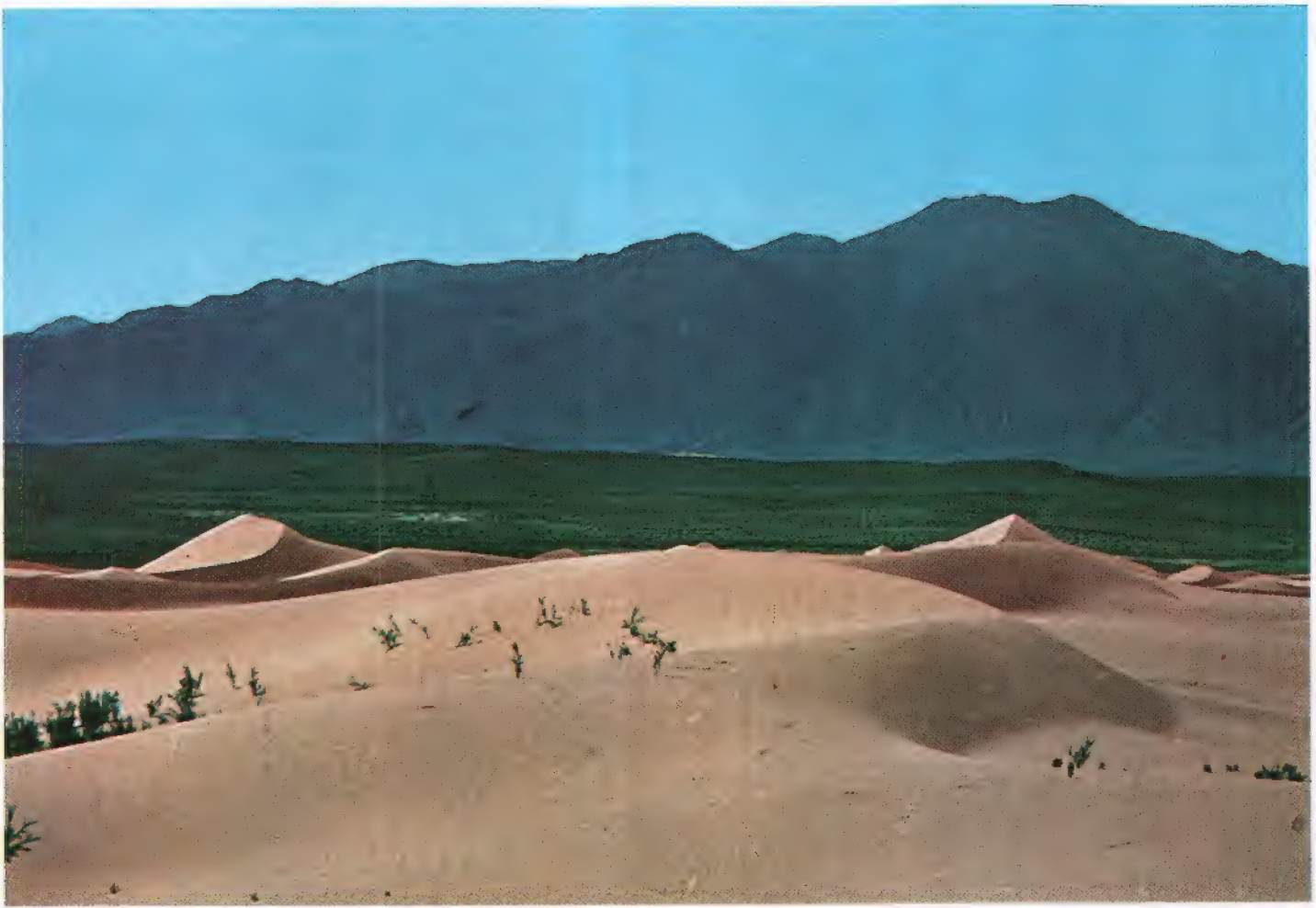
الصين: المتزه الأخضر في يونان.



الصين: قطف الأعشاب البحرية.



التبت: دير تشيلامو في مدينة تشيجاتسي.



صحراء «جوبي» هي إحدى أكبر صحاري العالم، تقع بين جمهورية منجوليا ومنجوليا الصينية. وهي صحراء مرتفعة (٩٠٠ - ١٢٠٠ م) وتصف بين الصحاري الباردة لأنها قارية المناخ (بسبب بعدها الشاسع عن البحر). قسم منها صخري وآخر رملي (كما في الرسم)، وتسكنها - في بعض الواحات - قبائل من المغول.

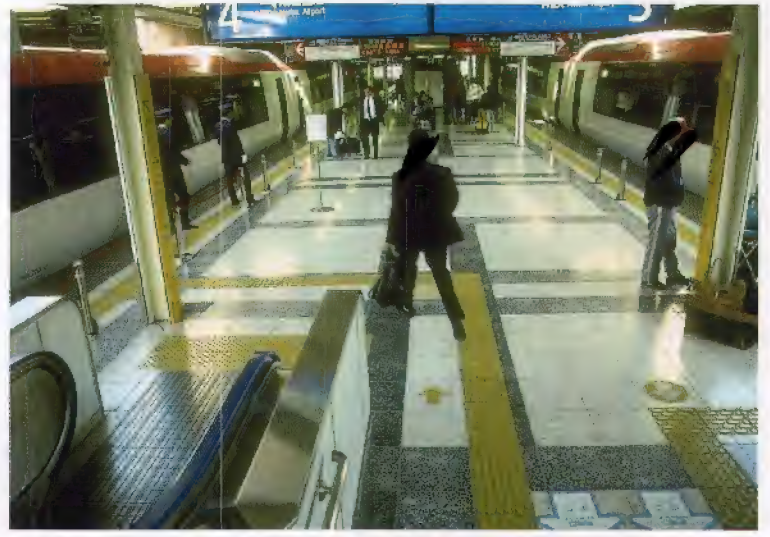


جبال التبت وعرة ومرتفعة جداً (٥٠٠٠ م)، ووسائل النقل فيها تعتمد على حيوان «الخشفاء» أو «اليك» الذي يشبه، إلى حد ما، البقرة مع فراء كثيف. هذا الحيوان يعيش في المرتفعات (بين ٤٠٠٠ و ٦٠٠٠ م) ويتحمل العواصف الثلجية والبرد القارس (حتى ٤٠ درجة دون الصفر)؛ وإذا لزم الأمر، يسد رمقه بالطحلب ويروي ظمأه بالثلج.





اليابان: القصر الملكي.



اليابان: القطار في محطة شينجو كو.



اليابان: تجمع حول المعبد.

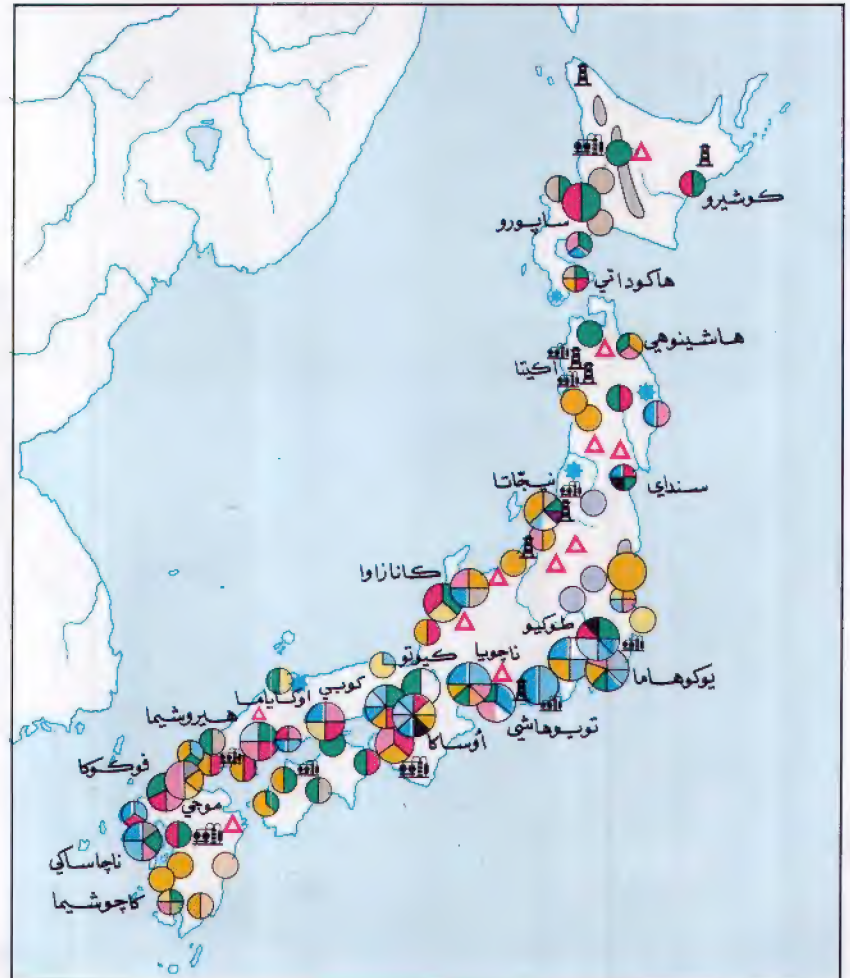


اليابان: جزيرة هوكايدو.



اليابان: قطار الرصاصة في طوكيو.

اليابان: المعادن والصناعة





اليابان: جسر كاماكورا.



اليابان: بائع الأحذية.



اليابان: معبد الشنتو.



اليابان: مزرعة.



اليابان: حديقة ميجي ايرس في طوكيو.



اليابان: مصباح حجري.



اليابان: طريق ريفية.



اليابان: منزل ريفي.



سوق عائم في تايلاندا



ماليزيا: الفن المعماري الحديث في كوالا لومبور.



زراعة الأرز في أندونيسيا



آسيا الجنوبية الشرقية: الزراعة والمواد الأولية المنجمية المستخرجة



اندونيسيا: سوق الخضار والفواكه في بالي .



اندونيسيا: استعمال الجاموس للفلاحة.



اندونيسيا: حامل الأرز.



اندونيسيا: مستودع الأرز.



خریطة رقم ۱۷



افریقیا



مصر: بحيرة ناصر في أسوان





أفريقيا

أفريقيا هي ثاني أكبر قارة بين قارات العالم السبع. تشكل أفريقيا حوالي ٢٢٪ من سكان العالم، ما يجعل أفريقيا ثاني أكثر قارة مسكونة في العالم. تمتد أفريقيا إلى جهتي خط الإستواء على طول ٨٠٥٠ كيلومتراً من أقصى نقطة في الجنوب، رأس الإبر في جنوب أفريقيا. ويبلغ أقصى عرض للقارة، من الصومال شرقاً، حوالي ٧٥٦٠ كيلومتراً. إن أعلى نقطة في القارة هي قمة جبل بشكل دائم، أما أدنى نقطة في أفريقيا فهي بحيرة أشال (١٥٣ متراً تحت مستوى منتظم ومتسق لا يحمل سوى تلالاً قليلة. ولا يتجاوز طول الساحل الإجمالي نسبة إلى مساحة القارة، هو أقل من طول الخط الساحلي في أي قارة أخرى.

تتكون القارة الأفريقية من أرض هضبية، مع بعض السلاسل الجبلية المستقلة الصحراء الكبرى (أكبر صحراء في العالم)، التي تحتل رقعة ضخمة تمتد عبر الصحراء الكبرى منطقة شمال أفريقيا، وتشمل بلداناً كبيرة وكثيفة السكان مثل الدول الواقعة إلى جنوب الصحراء الكبرى؛ ويعود ذلك إلى حد ما إلى مرور النيل سكان أفريقيا في المنطقة الواقعة إلى جنوب الصحراء الكبرى. في هذه المنطقة، يضم دول وسط وغرب أفريقيا، هناك أنجولا والكاميرون وغانا ونيجيريا وجمهورية أفريقيا القسم الأكبر من أفريقيا الجنوبية، التي تضم أيضاً بوتسوانا وليسوتو وزامبيا مالاغاسي (مدغشقر) الواقعة قبالة ساحل القارة الجنوبي الشرقي. تضم أفريقيا يسود الاعتقاد أن أسلاف الإنسان الأوائل ظهروا في أفريقيا منذ ٥ إلى ٨ ملايين العام، الأمبراطورية المصرية التي توحدت منذ أكثر من ٥٠٠٠ سنة. لكن، في الجزء الثاني من القرن العشرين. يُعتبر اقتصاد أفريقيا أقل نمواً من اقتصاد أي قارة أخرى اقتصادي رئيسي في أفريقيا. ويكثر حدوث المجاعات وتفشي الأمراض، التي تزداد تمتد أفريقيا بموارد طبيعية غنية، ويرتكز قسم من دعمها الاقتصادية على تصدير الاستثمار الأجنبي والمساعدة الخارجية، أو على بيع مورد أو موردين يخضعان قد يكون الأفارقة أكثر السكان تنوعاً من الناحية الثقافية في العالم، إذ ينتمون إلى مختلفة. نظراً لوجود إثنيات تتجاوز في أغلب الأحيان الحدود الوطنية وحدود والانتماءات العشائرية أو القبلية المحلية على الهوية القومية الأفريقية. يشكل المجموعات سكانية كبيرة من العرب والآسيويين والأوروبيين والبربر. تتدرج الجم والملايس والأدوار القبلية والحياة اليومية على حالها منذ مئات السنين، إلى بيئات

البيئة الطبيعية

في ما عدا الساحل الشمالي وجبال الأطلس في الشمال الغربي، تتكون أرض الأحواض الكبيرة الشبيهة بالصحراء.

التاريخ الجيولوجي

يمتد ترس قارتي شاسع، مكون من صخور قبيكبرية، ومتصل من حيث العمر وجبال الأطلس إلى رأس الرجاء الصالح. في الشرق، يضم الترس مساحتين (مدغشقر) - انفصلتا عن أفريقيا في الدهر التلي. وقد وُجد في هذه الصخور القديمة مستحفرة عاشت منذ ٣,٢ مليارات سنة. من الناحية الجيولوجية، تشكل جبال الأور نظراً إلى أنها ارتفعت بفعل القوى نفسها التي كوّنت سلاسل جبال الألب في أور أفريقيا وأميركا الجنوبية الواحدة عن الأخرى، أثناء تكسّر قارة جوندوانالاند الكبيرة أزمنة لاحقة فشكّلت في الدهر التلي وادي الصدع الكبير في شرق أفريقيا، وت

المناطق الفيزيوجرافية

يمكن تقسيم أفريقيا إلى ثلاث مناطق رئيسية: الهضبة الشمالية، والهضبة الوسطى الأرض تدريجياً عبر القارة من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي، ويبلغ متوسط الارتفاع، باستثناء ساحل المتوسط وساحل غينيا، هي، عموماً، قطاعات ضيقة تر إن أبرز معالم الهضبة الشمالية هي الصحراء الكبرى، التي تحتل أكثر من ربع تر ترتفع عدة مناطق جبلية. ففي الشمال الغربي، تقوم جبال الأطلس، التي تتألف من والتي تمتد من المغرب إلى داخل تونس. ومن المرتفعات الأخرى الهامة، هناك فوجا الكاميرون، في الجنوب. ويقع حوض بحيرة التشاد في وسط الهضبة الشمالية تر إن الهضبة الوسطى والجنوبية أعلى بكثير من الهضبة الشمالية وتشمل المنطقة الغربية عدة منخفضات كبيرة، أبرزها حوض نهر الكونجو وصحراء كالاهاري. وإلى جن

متر، ترتفع جبال دراكنسبرج، التي تمتد حوالي ١١٠٠ كيلومتر على طول الساحل الجنوبي الشرقي؛ وفي أقصى الجنوب، تغطي هضبة قاحلة، تُعرف بالمرج العالي، القسم الأكبر من جنوب أفريقيا.

تقع المرتفعات الشرقية، وهي أعلى جزء من القارة، قرب الساحل الشرقي وتمتد من البحر الأحمر جنوباً إلى نهر الزمبيزي. يصل متوسط ارتفاع المنطقة إلى أكثر من ١٥٠٠ متر، لكنها ترتفع بالتدريج إلى نحو ٣٠٠٠ متر في الهضبة الأنثوية. ويشكل رأس دشن (٤٦٢٠ متراً) أعلى قمة في الهضبة. إلى جنوب الهضبة الأنثوية، يرتفع عدد من القمم البركانية العالية، مثل جبل كيليمانجارو وجبل كينيا وجبل إيلجون. يشكل وادي الصدع الكبير مغلماً طوبوغرافياً مميزاً للمرتفعات الشرقية، وهو شبكة صدعية كبيرة تخترق المنطقة من الشمال إلى الجنوب. غرب وادي الصدع الكبير، تمتد سلسلة ررونزوري، التي يبلغ أقصى ارتفاع لها ٥١١٩ متراً. تُظهر طوبوغرافيا جزيرة مالاچاسي (مدغشقر) هضبة وسطى وعرة تمتد في خط شمالي جنوبي، عموماً، قرب الساحل الشرقي للجزيرة.

نظراً إلى أن القسم الأكبر من القارة الأفريقية لم يُغمر بمياه البحر ملايين السنين، تكونت الأثرية محلياً، بفعل التجوية بشكل رئيسي، ولم تستفد سوى مناطق قليلة من الأثرية التي جرفتها الأنهار أو التيارات البحرية. تعاني الأثرية الأفريقية، في معظمها، تصريفاً غير منتظم للمياه، وليس لها أي نطاق مائي واضح. إن معظم هذه الأثرية غير خصبة نسبياً، نظراً لارتشاح المعادن بسبب الأمطار الغزيرة وارتفاع درجات الحرارة. وتغطي أيضاً الأثرية الصحراوية، التي لا تحتوي على أي مادة عضوية تُذكر، مساحات شاسعة من القارة. تشمل الأثرية الأكثر خصباً التربة الطرية المعروفة أيضاً بالتربة السوداء والمتواجدة في شرق أفريقيا، والتربة البذرولية الرمادية المتواجدة في أجزاء من أفريقيا الغربية والجنوبية.

الثروة المائية

هناك ست شبكات صرف كبرى في أفريقيا. وباستثناء حوض التشاد، تصب جميع هذه الشبكات في البحر، وتقطعها جميعها شلالات أو منحدرات شديدة التحدر تجعلها غير صالحة للملاحة. يجري نهر النيل على مسافة ٦٦٧١ كيلومتراً، ما يجعله أطول نهر في العالم. يتكوّن النيل من النيل الأزرق الذي ينبع من بحيرة تانا في أثيوبيا، والنيل الأبيض الذي ينبع من بحيرة فيكتوريا في شرق أفريقيا، ويجري النهر غرباً وشمالاً قبل أن يصب في البحر المتوسط. يصرف نهر الكونجو، الذي يبلغ طوله نحو ٤٦٧٠ كيلومتراً، القسم الأكبر من مياه وسط أفريقيا. ينبع هذا النهر في زامبيا ثم يسيل شمالاً وغرباً وجنوباً قبل أن يصب في المحيط الأطلسي. يشكل نهر النيجر، الذي يجري في غرب أفريقيا، ثالث أطول نهر في أفريقيا، ويبلغ طوله حوالي ٤١٨٠ كيلومتراً؛ لا تصلح أجزاؤه العليا للملاحة إلا في موسم الأمطار. ينبع النيجر من مرتفعات فوتاجالون ويجري شمالاً وشرقاً قبل أن يتحوّل إلى الجنوب ليصب في خليج غينيا. ينبع نهر الزمبيزي، الذي يبلغ طوله نحو ٣٥٤٠ كيلومتراً، في زامبيا في جنوب شرق أفريقيا ويجري جنوباً وشرقاً ليصب في المحيط الهندي. تعترض مجرى الزمبيزي عدّة منحدرات، تُعتبر شلالات فيكتوريا أكثرها مشهدة وإثارة للإعجاب. يُصرف نهر أورانج مياه أفريقيا الجنوبية ويبلغ طوله، مع رافده نهر فال، حوالي ٢١٠٠ كيلومتر. ينبع هذا النهر من جبال دراكنسبرج ويجري غرباً إلى المحيط الأطلسي. تجتمع بحيرة التشاد، وهي بحيرة عذبة قليلة العمق لا يتجاوز متوسط عمقها ١,٢ متر، مياه الأنهار المجاورة وتشكّل إحدى أكبر مناطق الصرف الداخلية في أفريقيا.

تضمّ الوديان الصدعية العميقة في المرتفعات الشرقية مجموعة كبيرة من البحيرات. وتشمل هذه المجموعة الاستوائية من البحيرات بحيرة توركانا وألبيرت وتانجانيكاً ومالاوي (نياسا). إلا أن بحيرة فيكتوريا، وهي أكبر بحيرة في أفريقيا وثالث أكبر بحيرة في العالم، لا تنتمي إلى هذه المجموعة؛ وتحتل بحيرة فيكتوريا منخفضاً قليل العمق في المرتفعات الشرقية.

يشكّل التحكم الفعال بمخزون المياه مشكلة كبيرة في أفريقيا. تعاني مناطق واسعة ضالة المطر؛ وتتلقّ مناطق أكثر امتداداً أمطاراً غير منتظمة، ما يضطرّها إلى خزن المياه للإحتياط ضد تأخر هطول المطر أو هطول كمية غير كافية منه. بالمقابل، تتلقى مناطق أخرى كميات مفرطة من المياه فتتشكّل مستنقعات شاسعة، وتعاني مناطق واسعة فيضانات دورية. في السنين القليلة الماضية، أنشئ الكثير من السدود والخزانات لتوجيه المياه في أقنية للرّي ولتوليد الطاقة الكهربائية. نظراً للعدد الكبير من الأنهار الأفريقية وشدة تحدر مجاريها، يُقدّر الخبراء أن أفريقيا تملك نحو ٤٠٪ من السعة الكهربائية الإجمالية في العالم. ومن أهم السدود الأفريقية، نذكر سدّ أسوان العالي على نهر النيل وسدّ أكوسومبو على نهر الفولتا وسدّ كاريبا وكابورا باسا على نهر الزمبيزي.

المناخ

تتميّز أفريقيا، أكثر من أي قارة أخرى، بمناخ متماثل عموماً. ويعود ذلك إلى موقع القارة في المنطقة بين المدارين، وتأثير التيارات المحيطية الباردة، وغياب السلاسل الجبلية التي تعمل كحواجز أو حدود مناخية.

يمكن تمييز سبع مناطق مناخية رئيسية في أفريقيا. في الجزء الأوسط من القارة والساحل الشرقي لمالاچاسي، يسود مناخ غابة المطر الاستوائية. يبلغ المعدّل السنوي لدرجات الحرارة في هذه المنطقة حوالي ٢٦,٧ مئوية، ويصل المعدّل السنوي لسقوط المطر إلى نحو ١٧٨٠ ملمبترًا. يشبه مناخ الساحل الغيني المناخ الإستوائي، باستثناء أن سقوط المطر مركّز في موسم واحد؛ ولكن، ليس من أشهر جافة عديمة المطر في هذه المنطقة.

إلى الشمال والجنوب، تحلّ مكان مناخ غابة المطر منطقة مناخية، تُعرف بالسفناء المدارية، تشمل حوالي خمس مساحة القارة. يميّز مناخ هذه المنطقة بموسم رطب في الصيف وموسم جافّ في الشتاء. ويتراوح معدّل سقوط المطر الإجمالي من ٥٥٠ ملمبترًا إلى ما يزيد عن ١٥٥٠ ملمبترًا. مع الابتعاد عن خطّ الإستواء، إلى الشمال وإلى الجنوب، تتدرّج منطقة السفناء المناخية لتتحوّل إلى منطقة سهوب أكثر جفافاً. يتراوح المعدّل السنوي لسقوط المطر في هذه المنطقة بين ٢٥٠ و ٥٠٠ ملمبتر، وتهطل هذه الأمطار في موسم واحد.

إنّ مساحة الأراضي الأفريقية الواقعة في المنطقتين المناخيتين الجافة والصحراوية تفوق نسبياً مساحة الأراضي الجافة في أي قارة أخرى، باستثناء استراليا. وتتلقّى كلّ من هذه المناطق - الصحراء الكبرى في الشمال، وصحراء كالاهاري وناميبيا في الجنوب الغربي - أقل من ٢٥٠ ملمبترًا من المطر سنوياً. في الصحراء الكبرى، تسجّل درجات الحرارة درجات قصوى يومية وموسمية متطرفة. يصل معدّل درجات الحرارة في شهر تموز إلى أكثر من ٣٢,٢ مئوية؛ وفي الموسم البارد، غالباً ما تسقط درجة الحرارة تحت الصفر.

في المنطقتين الواقعتين في أقصى الشمال الغربي وأقصى الجنوب الغربي من أفريقيا، يسود مناخ متوسطي يميّز بشتاء لطيف ورطب وصيف حارّ وجافّ. في مرتفعات شرق آسيا، خصوصاً في كينيا وأوغندا، تتوزّع الأمطار بشكل شبه متماثل على مدار السنة، وتتساوى درجات الحرارة. ويسود مناخ معتدل على الهضبة العالية في أفريقيا الجنوبية.

الغطاء النباتي

يمكن تصنيف الحياة النباتية في أفريقيا وفقاً لمعدّل سقوط المطر والمناطق المناخية. في منطقة غابة المطر الإستوائية، حيث يزيد معدّل سقوط المطر عن ١٢٧٠ ملمبترًا، تغطي السطح طبقة كثيفة من الجنبات (الشجيرات) ونباتات السرخس^(١) والأشنة (الطحالب)، تعلوها أشجار دائمة الخضرة ونخل دهني وأنواع كثيرة من ذوات الخشب الصلب الاستوائية. في الجبال العالية في الكاميرون وأنجولا وشرق أفريقيا وأجزاء من أثيوبيا، تقع منطقة غابات جبلية تتلقّى كمية أمطار سنوية، لا تقلّ كثيراً عن كمية الأمطار التي تهطل في غابات المطر الاستوائية. تغطي أرض هذه المنطقة طبقة من الجنبات الخفيفة، ترتفع فوقها أشجار من ذوات الخشب الصلب والنخل الدهني والصنوبريات البدائية. في منطقة السفناء الحرجية، التي تتلقّى كمية مطر سنوية تتراوح بين ٨٩٠ و ١٤٠٠ ملمبتر، تغطي طبقة من الأعشاب والجنبات المقاومة للحريق. في منطقة السفناء شاسعة من الأراضي، وتنمو فوقها أشجار معبلة^(٢) وقرنية مقاومة للحريق. في منطقة السفناء العشبية، التي تتلقّى كمية مطر سنوية تتراوح بين ٥٠٠ و ٨٩٠ ملمبترًا تقريباً، تغطي الأرض أعشاب قصيرة وجنبات خفيفة، وتنشر فوقها شجيرات صغيرة معبلة. تتميز منطقة الشجيرات الشائكة (نباتات سهبية)، التي تتلقّى كمية مطر سنوية تتراوح بين ٣٠٠ و ٥١٠ ملمبترات، بغطاء عشبي رقيق، وعدد قليل من الأشجار العُصارية ونصف العُصارية المبعثرة هنا وهناك. تتلقّى المنطقة العُصية (ذات الجنبات الخفيفة) المجاورة للصحراء كمية أمطار سنوية تتراوح بين ١٣٠ و ٣٠٠ ملمبتر، وتغطيها طبقة من الأعشاب والجنبات الخفيفة المبعثرة. في المنطقة الصحراوية، حيث لا يتجاوز المعدّل السنوي لسقوط المطر ١٣٠ ملمبترًا، تنمو النباتات بشكل متناثر أو تنعدم تماماً.

الحياة الحيوانية

نجد منطقتين متميّزتين من الحياة الحيوانية في أفريقيا: المنطقة الشمالية والشمالية الغربية، التي تشمل الصحراء الكبرى؛ والمنطقة الأنثوية، التي تشمل جميع الأراضي الواقعة إلى جنوب الصحراء الكبرى. تتميز المنطقة الشمالية والشمالية الغربية بحيوانات شبيهة بحيوانات أوراسيا. تكثر في هذه المنطقة الخراف والماعز والحياء والجمال. ويشكّل خروف المغرب والأيل الأفريقي الأحمر وضربان من تيس الجبل (أو الوعل) أنواعاً بلديّة يميّز بها الساحل الأفريقي الشمالي. يعيش ثعلب الصحراء والأرنب البرّي والغزال والجربوع (قارض قفاز صغير) في الصحراء الكبرى. تشتهر المنطقة الأنثوية بالتنوع الكبير في الحيوانات والطيور المميّزة التي تسكنها. تعيش في الأراضي الحرجية والعشبية أنواع كثيرة من الطباء، الأيائل، العنابي (الحمار الوحشي)، الزرافة، الجاموس، الفيل الأفريقي، وحيد القرن، الزبّاح وسعادين مختلفة. وتشمل اللواحم، أو

(١) السرخس: شجرة خضراء يبلغ طول بعض منها حوالي ٢٤ متراً، وكانت هذه الشجرة السائدة في العالم منذ ٣٠٠ مليون سنة.

(٢) معبلة: أشجار تسقط أوراقها عند اقتراب موسم البرد.

الحيوانات الآكلة للحوم: الأسد والفهد والفهد الصياد والضبع وابن آوى والنمس. تعيش الغوريلا، أكبر قرد في العالم، في غابات المطر في أفريقيا الإستوائية، حيث تسكن أيضاً السعادين والسناجب الطائرة والخفافيش والليموريات.

تنتمي معظم الطيور إلى مجموعات أوراسية. يشكل الغرغر، أو الدجاج الحبشي، طريدة هامة للصيد. تتجمع الطيور المائية، لا سيما طيور البجع ومالك الحزين العماق والفلق والبشون الأبيض، في أعداد كبيرة جداً. يعيش طائر أبو منجل في منطقة النيل، وتتواجد النعامة في المناطق الشرقية والجنوبية من أفريقيا. الزواحف الأفريقية هي في معظمها من أصل أوراسي، وتشمل العظاء والتماشيح والسلاحف. وتنتشر مجموعة متنوعة من الحيات السامة، ومنها المنيّة، في أنحاء المنطقة الأثيوبية. ومن الحيات العاصرة، نجد الأصلّة في غرب أفريقيا بشكل رئيسي، فيما يقتصر وجود البواء العاصرة على جزيرة مالاچاسي. تزخر الأنهار والبحيرات بأعداد وفيرة من الأسماك، التي تزيد أنواعها المعروفة عن ٢٠٠٠ نوع. تعيش في أفريقيا مجموعة كبيرة ومتنوعة من الحشرات المضرة، وأبرزها البعوض والنمل الزخاف والأرض والجراد وذباب النسي تسي. وتنتقل ذبابة النسي تسي مرض النوم إلى الإنسان والحيوان (ويُعرف هذا المرض عند الحيوانات بالناغانة).

الموارد المعدنية

تمتّع أفريقيا بموارد معدنية غنيّة، وتحتوي أرضها على معظم أنواع الخامات المعروفة في العالم، التي يتوفّر الكثير منها بكميات كبيرة، لكنّ توزيعها الجغرافي غير متساو. تتوفّر الحروقات الأحفورية بكميات وفيرة، وتشمل تراكمات كبيرة من الفحم والنفط والغاز الطبيعي. تمتلك أفريقيا بعض أكبر الكميات الإحتياطية في العالم من الذهب والماس والنحاس واليوكسيت والمنغنيز والنيكل والبلاتين والكوبلت والراديوم والجرمانيوم والليثيوم والتيتانيوم والفوسفات، ونجد أيضاً موارد معدنية مهمة أخرى مثل الحديد الخام والكروم والقصدير والزنك والرصاص والثوريوم والزركونيوم والفناديوم والأنتيمون والبريليوم. ونجد أيضاً كميات قابلة للاستثمار من الصلصال والميكا والكبريت والملح والنطرون والجرافيت والحجر الكلسي والجص.

التطور الاقتصادي

كان معظم الأفارقة تقليدياً من المزارعين والرعاة الذين زرعوا المحاصيل، ورتّبوا الماشية لتأمين معيشتهم. وكانت الصناعة والحرف أنشطة تشغل جزءاً فقط من يوم العمل. أنشأت بضع دول شبكات تجارية خارجية بعيدة المدى، وفي هذه الأماكن سمحت المنشآت المتطورة المخصصة للتبادل وأيضاً التخصص الصناعي وشبكات الاتصال والبنى الحكومية المتطورة، بالبقاء على الحركة التجارية. لكنّ مشكلات النقل والاتصال والاختلافات في العملة وغيرها من التضاربات، قد حدّت بشكل إجمالي النشاط التجاري في أفريقيا.

مع الإستعمار الأوروبي، جاء الطلب من الخارج على منتجات معدنية وزراعية معيّنة، وحدثت هجرة داخلية لليد العاملة؛ وأنشئت شبكات نقل جديدة وأكثر أماناً؛ وأدخلت التكنولوجيا والمزروعات الأوروبية؛ ونشأ اقتصاد تبادلي حديث. وقد أضعفت السلع الأوروبية الأبخس ثمناً أو الأفضل نوعية، في الكثير من الأحوال، الصناعات والحرف المحلية، كالنسيج وصناعة الحديد مثلاً. نشأت وتطوّرت الصناعات التحويلية وأيضاً المرافق والمراكز الإدارية. وبرزت للوجود مجموعة متنوعة من الصناعات الإستهلاكية لتلبية الحاجات المحلية الناشئة حديثاً. من المعالم المميّزة للاقتصاد الأفريقي، تواجد الإقتصاد الكفافي، جنباً إلى جنب، مع الاقتصاد التبادلي. ويتوقّف النمو الاقتصادي المستقبلي على توفّر رؤوس الأموال للتوظيف والإستثمار، والطلب العالمي على المواد الخام المحلية، وتوفّر مصادر الطاقة، وحجم الأسواق المحلية.

الزراعة

على رغم توسّع ونمو التجارة والصناعة وأهمية هذين النشاطين بالنسبة للإقتصاد، لا يزال معظم الأفارقة يعملون في الزراعة وتربية الماشية. في شمال وشمال غرب أفريقيا، يشكل القمح والشوفان والذرة والشعير أهم الحبوب المزروعة، ويُعتبر البلح والزيتون والحمضيات أهم محاصيل الأشجار المثمرة؛ كما تُزرع أيضاً مجموعة كبيرة ومتنوعة من الخضار. تشكل قطعان الماعز والغنم أهم المواشي التي تربي في أفريقيا. وفي منطقة الصحراء الكبرى، يربي الرعيان البدو الجمال، ويزرع بعض المزارعين الساكنين في الواحات أشجار النخيل والحبوب. إلى جنوب الصحراء الكبرى، تراجعت الزراعة المتنقلة - وهي طريقة يجري فيها حرق وتنظيف وزرع مساحات صغيرة من الأرض ثم تركها تعود إلى أرض دغليّة - أمام الزراعة الثابتة. تشكل الحبوب القسم الأكبر من المحاصيل خارج غابات المطر؛ ويُزرع الأرز واليام والنيهوت والبنامية وموز الجنة والموز لتأمين الطعام. لا يمكن تربية الأبقار في المناطق التي تغزوها ذبابة النسي تسي باستمرار، أي في أكثر من ثلث مساحة القارة. خارج مناطق تواجد ذبابة النسي تسي والغابات الكثيفة، تُربي الأبقار بأعداد كبيرة، خصوصاً للحوم. إنّ تربية المواشي لإنتاج الحليب نشاط محدود نوعاً ما، ويتواجد بشكل رئيسي حول المدن في المناطق الشرقية والجنوبية من القارة.

على رغم أنّ حوالي ٦٠٪ من مجمل الأراضي المزروعة مخصصة للزراعة الكفافية (المخصصة لتأمين الطعام)، تنتشر الزراعة التجارية في جميع أنحاء القارة. تُزرع المواد الغذائية لتلبية حاجات الأسواق المدنية المحلية، لكنّ الأفارقة يزرعون البنّ والقطن والكاكاو (حبوب الكاكاو) والفستق والنخل الدهني والتبغ للتصدير. وبالنسبة لبعض الصادرات الزراعية، مثل الكاكاو (حبوب الكاكاو) والفستق وكبش القرنفل والسيزال، تنتج أفريقيا أكثر من نصف الإنتاج العالمي. وتركز المزارع التي يملكها الأوروبيون، والمتواجدة بشكل أساسي في المناطق الشرقية والجنوبية من أفريقيا، على إنتاج الحمضيات والتبغ وغيرها من المواد الغذائية المعدة للتصدير.

الحراجه وصيد الأسماك

تغطّي الغابات حوالي ربع مساحة أفريقيا الإجمالية، غير أنّ قسماً كبيراً من الأشجار ليس له أي قيمة تجارية، إلا كوقود محلي. يُعتبر الجايون أحد أكبر منتجي الأوكومي، وهو خشب يُستعمل في صنع الخشب الرقائقي؛ كما أنّ شاطئ العاج وليبيريا وغانا ونيجيريا هي من أكبر البلدان المصدّرة للأخشاب الصلبة. يتركز صيد الأسماك في داخلية القارة في بحيرات وادي الصدع الكبير وفي العدد المتزايد من المزارع المخصصة لتربية الأسماك. ينتشر صيد الأسماك في المحيط على نطاق واسع لتأمين الإستهلاك المحلي، ويرتدي هذا النشاط أهمية تجارية كبيرة قبالة المغرب وناميبيا وجنوب أفريقيا.

التعدين

يؤمن استخراج الخامات القسم الأكبر من عائدات الصادرات الأفريقية، وتشكّل الصناعات الإستخراجية أكثر القطاعات تطوّراً في اقتصاد معظم الدول الأفريقية. تؤمّن جنوب أفريقيا حوالي نصف دخل أفريقيا من الخامات؛ ويأتي قسم كبير من هذا الدخل من تعدين الذهب والماس. أما البلدان الأخرى الرئيسية المنتجة للخامات، فهي ليبيا (نفط) ونيجيريا (نفط، غاز طبيعي، فحم، قصدير) والجزائر (نفط، غاز طبيعي، ركاز حديدي) وزامبيا (نحاس، كوبالت، فحم، رصاص، زنك). ويتواجد النفط أيضاً على طول الساحل الأفريقي الغربي في حوض الجايون وجمهورية الكونجو وجمهورية الكونجو الديمقراطية وأنجولا. وتُستخرج أيضاً كميات كبيرة من الأورانيوم، خصوصاً في جنوب أفريقيا والنيجر وجمهورية الكونجو الديمقراطية وجمهورية أفريقيا الوسطى والجاون. ويقع أكبر مخزون من الراديوم في العالم في جمهورية الكونجو الديمقراطية. يتركز نحو ٢٠٪ من احتياطي النحاس العالمي في زامبيا وجمهورية الكونجو الديمقراطية وجنوب أفريقيا وزيمبابويه. وتمتلك جمهورية الكونجو الديمقراطية أيضاً حوالي ٩٠٪ من مخزون الكوبالت المعروف في العالم، فيما تحتوي أرض سيراليون على أكبر احتياطي تيتانيوم معروف في العالم. تنتج أفريقيا نحو ثلاثة أرباع الذهب في العالم؛ وأهم الدول المنتجة جنوب أفريقيا، تليها زيمبابويه وجمهورية الكونجو الديمقراطية وغانا. تنتج مناجم جنوب أفريقيا وجمهورية الكونجو الديمقراطية كلّ الكمية المنتجة تقريباً في العالم من الحجارة الكريمة والماس الصناعي. تنتشر الأركزة الحديدية في جميع أنحاء القارة. لطالما كانت الشركات العالمية الكبيرة، ولا تزال، تستثمر الموارد المعدنية في أفريقيا. إلا أنّ الحكومات الأفريقية قد أصبحت بشكل متزايد، في السنوات الأخيرة، من المساهمين المهمين في عمليات التعدين داخل البلد.

الصناعة

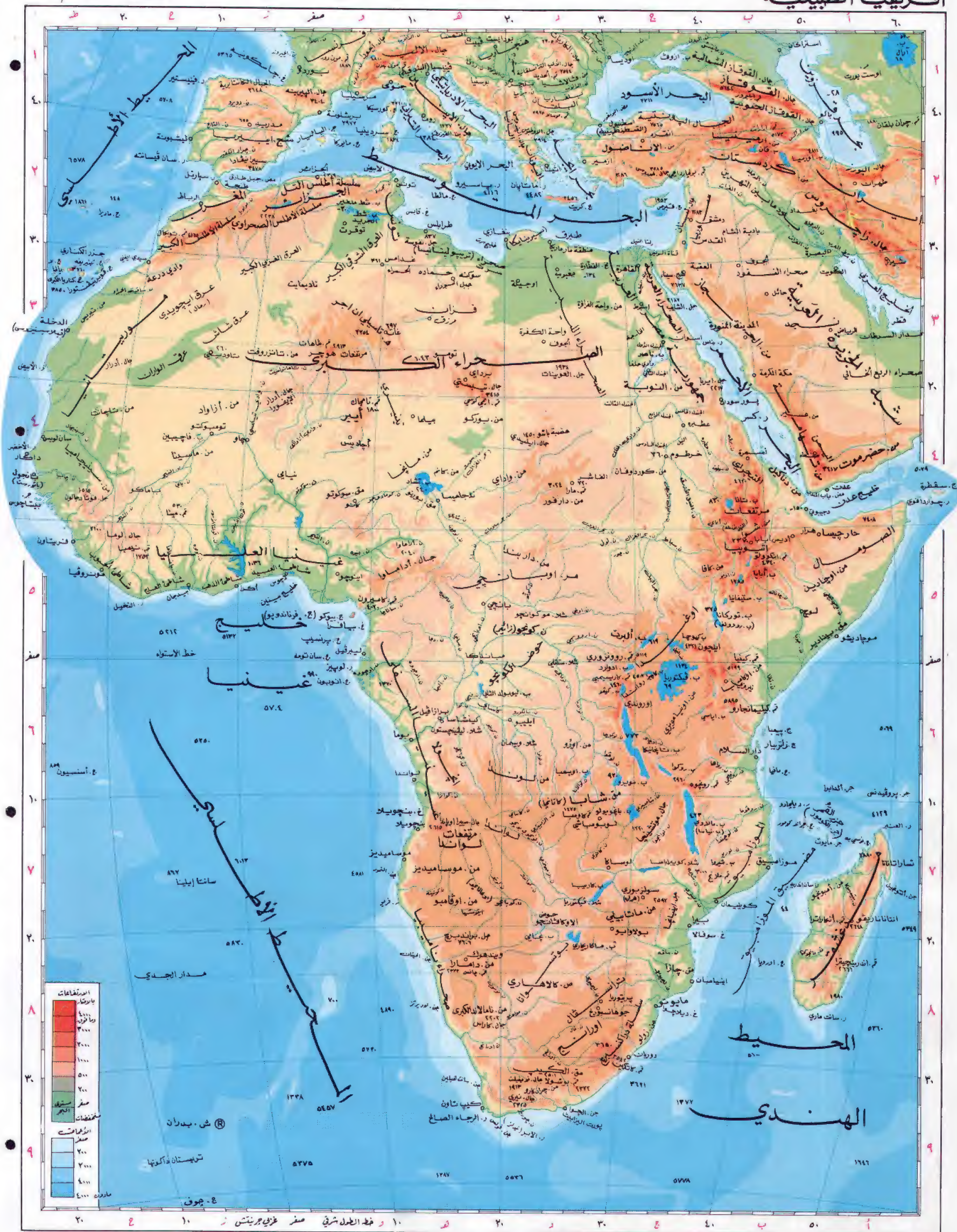
تنشأ الصناعات التحويلية، مثل التكرير وتنقية المعادن، عن استخراج المعادن والنفط، وتتواجد هذه الصناعات في معظم البلدان الغنيّة بالخامات المعدنية والتي تتوفّر فيها الطاقة الكافية. يقوم معظم النشاط الصناعي الأفريقي في جنوب أفريقيا، حيث تتركز الصناعات الثقيلة، مثل إنتاج المعادن وصناعة الآلات وصناعة وسائل النقل. وقد أنشئت أيضاً مراكز صناعية كبيرة في زيمبابويه ومصر والجزائر. وتقوم صناعات متطورة تتناول المعادن في جمهورية الكونجو الديمقراطية وزامبيا؛ وقد اهتمت كينيا ونيجيريا وشاطئ العاج بتنمية صناعة النسيج والصناعات الخفيفة وصناعة مواد البناء. في معظم المناطق الأفريقية الأخرى، تقتصر الصناعة على صنع أو تركيب سلع استهلاكية، مثل الأحذية والدراجات والنسيج والأطعمة والمشروبات. وغالباً ما يُحدّد حجم هذه الصناعات بفعل صغر السوق الإستهلاكية.

الطاقة

تعتبر نيجيريا وليبيا والجزائر وأنجولا من البلدان المهمة المنتجة للنفط. ويُصدّر الغاز الطبيعي، في مجمله تقريباً، من الجزائر. يتركز الفحم في زيمبابويه وجنوب أفريقيا، ويُستعمل القسم الأكبر من الإنتاج داخلياً. تحتاج البلدان الأفريقية الأخرى إلى استيراد الحروقات. تمتلك أفريقيا ٤٠٪ من القدرة الكهربائية في العالم، إلا أنّ نسبة صغيرة منها فقط قد طوّرت واستثمرت، ويعود السبب في ذلك إلى ارتفاع نفقات البناء وصعوبة الوصول إلى المواقع وبعدها عن الأسواق. ولكن، منذ العام ١٩٦٠، شُيّد عدد من الإنشاءات الكهربائية الكبيرة.

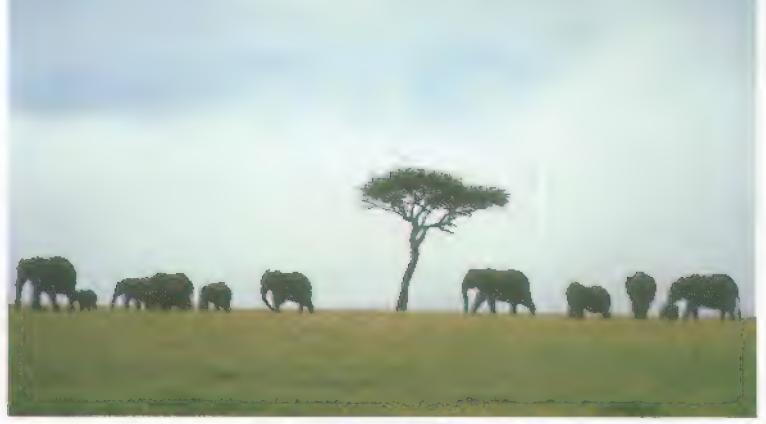
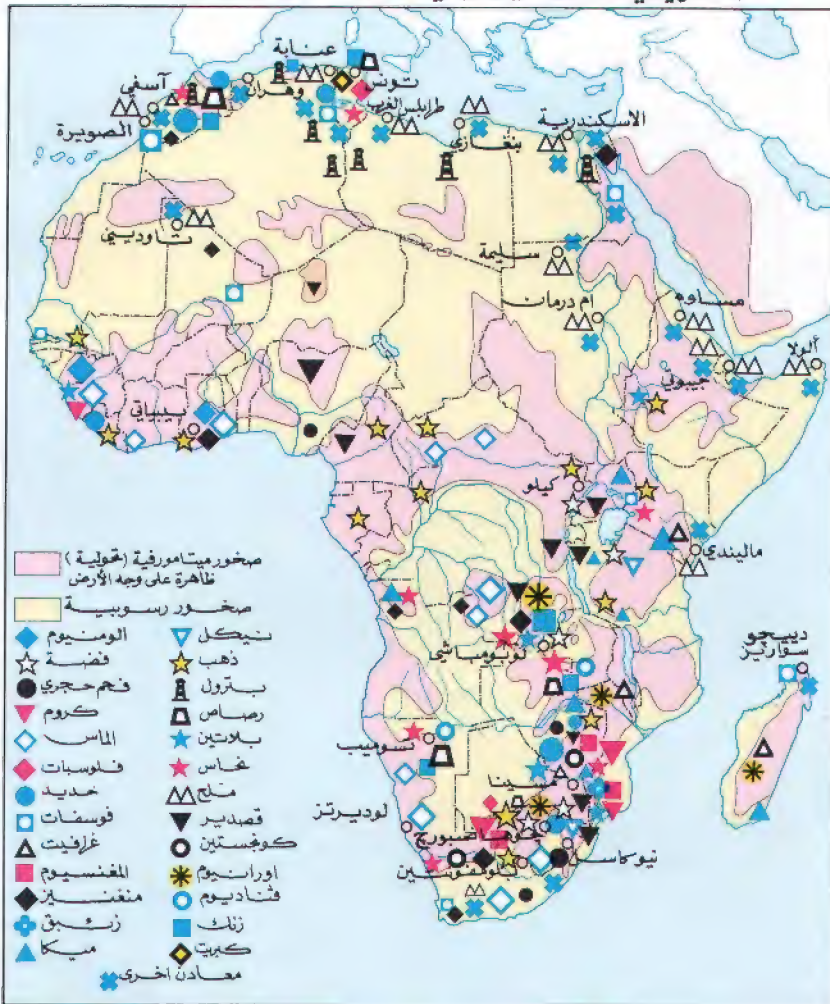
افريقيا الطبيعية

خريطة رقم ۱۸





افريقيًا: الجيولوجيًا وأحواض المعادن



كينيا: الأفياال في غابات كينيا.



انجولا: الشاطئ، الأطلسي في مدينة بنجويلا.



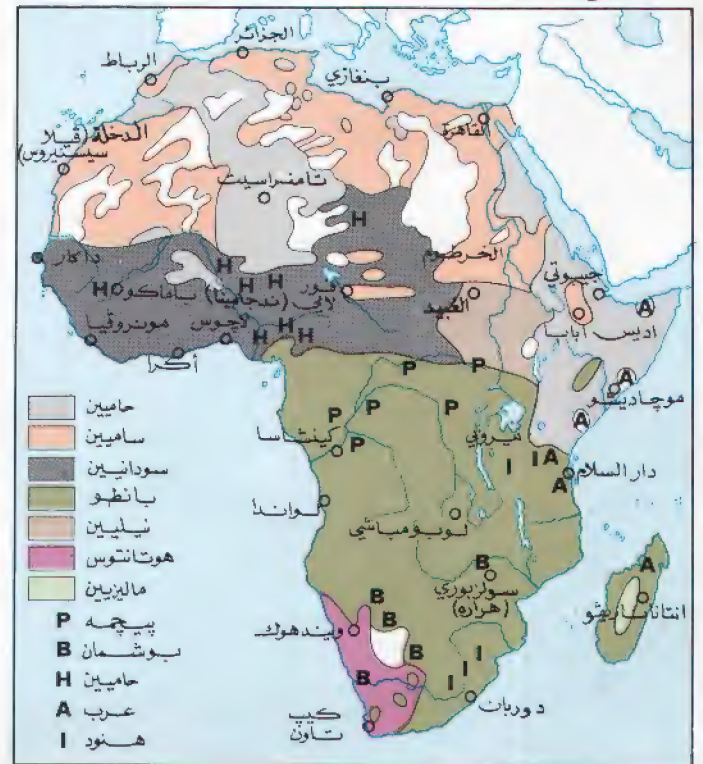
سوق السجاد.

افريقيًا: نمط الإقتصاد البدائي



زیمبابویہ: مزارع الشای فی وادی ہوند.

التوزيع البياني لسكان افريقيا الأصليين



افريقيا: التنظيم السياسي والاقتصادي



افريقيا: مناطق الإنتاج الزراعي المخصص للتجارة ومنشآت النقل المتعلقة بها



زيمبابويه: جبال هوندا فيل.



زيمبابويه: مجمع سباحي في مدينة ماكاسا.

الإكتشاف والتوغّل الأوروبي في افريقيا



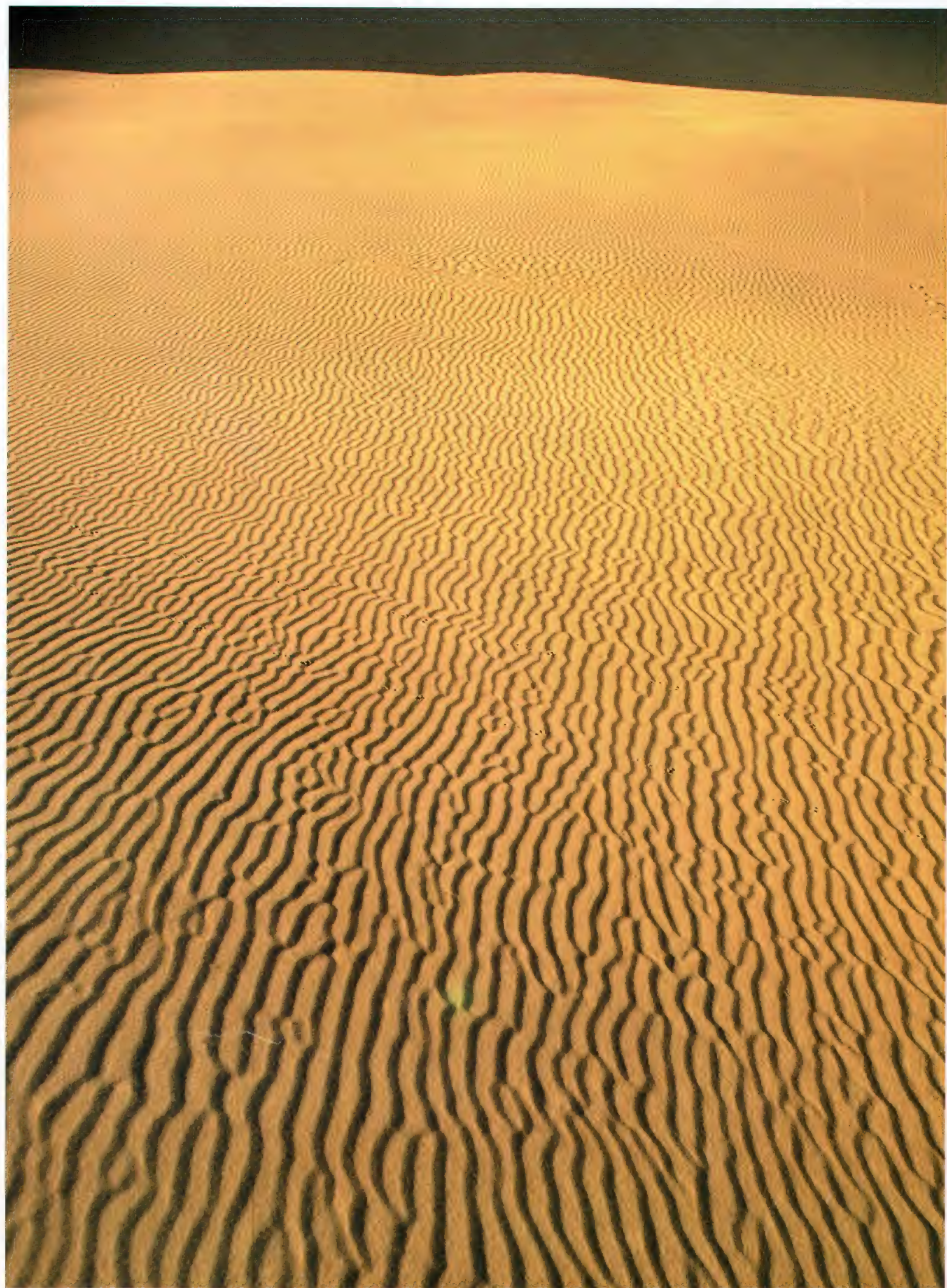
زيمبابويه: فندق شلالات فيكتوريا.

افريقيا المتوسطة والصحر اوية



خريطة رقم ٢٠





مشهد للكتبان الرملية في الصحراء الكبرى



مصر: دير البحري.



مصر: سفينكس الكبير في الجيزة.



المغرب: مقابر سعديان.



الجزائر: واحة في الصحراء.



المغرب: مشهد لمطعم في المغرب.



تونس: بائع الحلوى.



الجزائر: سوق المدينة.



المغرب: مشهد لقريّة.



الجزائر: المسجد الرئيسي.





مالي: سوق البرتقال.



كينيا: كوخ قش بجانب بحيرة توركانا.



كينيا: مشهد لقوس القزح على بحيرة بوراجوا.



النيجر: سوق بجانب نهر النيجر.



كينيا: طائر الفلامنجو.



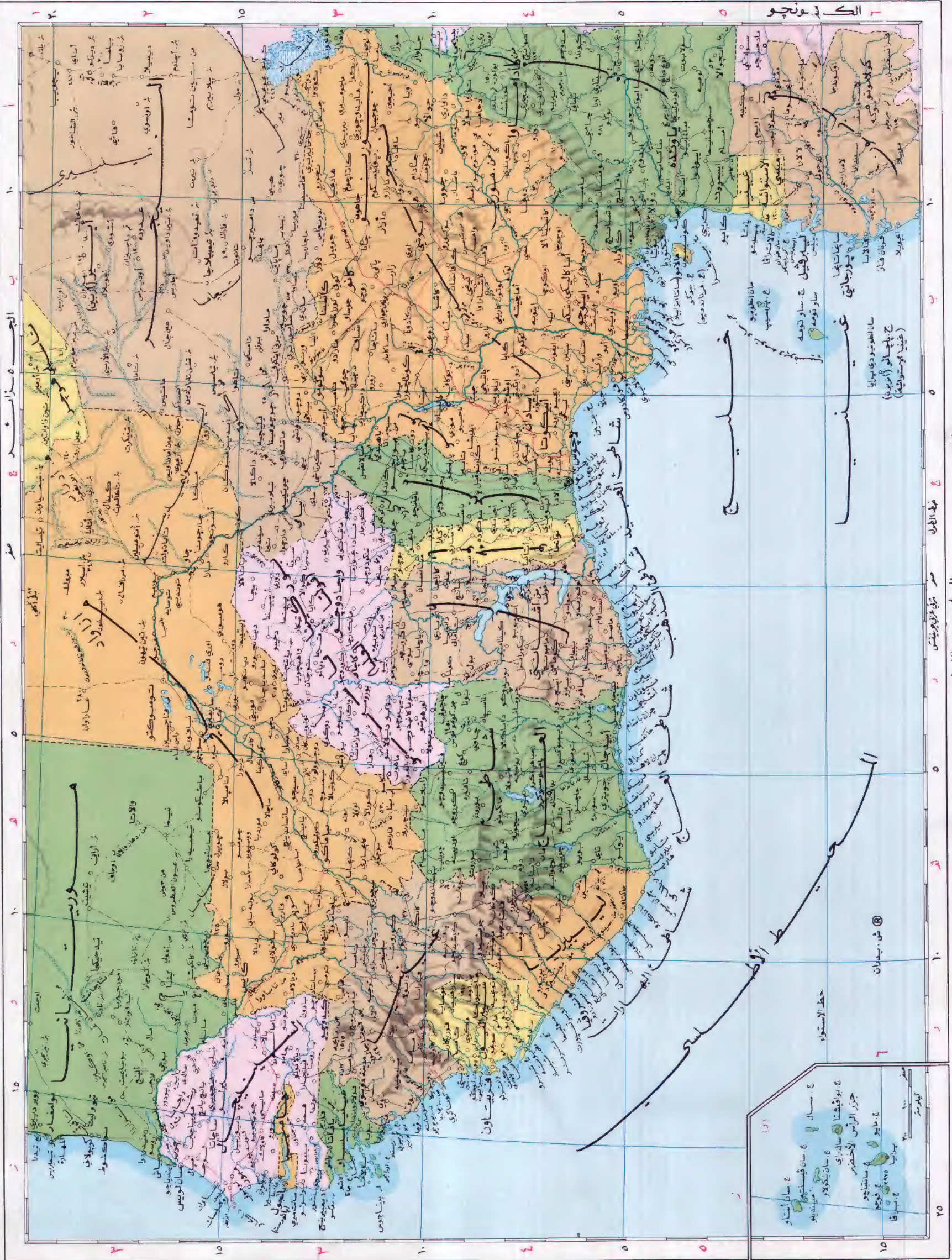
النعامة في منطقة السفناء.



كينيا: مساكن قبائل السامبورو في مارالا.



كينيا: شجر الأفاقيا في محمية أموسيلينا.



۱۰۰
۵۰
۰
۵۰
۱۰۰
كيلومتر

۱. ساحل السنغال
۲. ساحل غينيا
۳. ساحل ليبيريا
۴. ساحل كوت ديفوار
۵. ساحل غانا
۶. ساحل توجو
۷. ساحل بنين
۸. ساحل نيجيريا
۹. ساحل الكاميرون
۱۰. ساحل الكونغو

طريقة تساق افريقيا الشرقية



كينيا: ظهور قوس القزح بعد العاصفة.



كينيا: مرتفعات البركان القديم في محمية تسافو.



(إلى اليسار) كيليمانجارو: جبل بركاني في شمال شرق تانزانيا على حدود كينيا. يرتفع مخروطه الأوسط المسقى كيبو ٥٨٩٥ م فوق سطح البحر، وهو أعلى نقطة في أفريقيا. ويبعد كيليمانجارو حوالي ١٦٠ كم إلى الشرق من وادي صدع شرق أفريقيا، وحوالي ٢٢٥ كم إلى الجنوب من نيروبي. يتألف من ثلاث قمم عبارة عن براكين حاملة رئيسية هي: كيبو وماونزي وشيرا. كيبو هو الأحداث تكويناً والأعلى بين الثلاثة، ويتخذ شكلاً مخروطياً نموذجياً وله فوهة نموذجية أيضاً، ويرتبط بتكوين جبلي يشبه السرج طوله ١١ كم ومعدل ارتفاعه ٤٦٠٠ م يصله بماونزي الذي يرتفع ٥١٥٠ م فوق سطح البحر، وهو وسط جبلي لقمة قديمة. أما قمة شيرا التي ترتفع ٣٨٠٠ م عن سطح البحر فهي ما تبقى من فوهة بركانية أقدم من كيبو وماونزي. وتحت التكوين الشبيه بالسرج، ينحدر جبل كيليمانجارو في انحناءة بركانية مثالية إلى السهل الواقعة تحته، والتي ترتفع عن سطح البحر ٩٠٠ م.

وعلى الرغم من أن كيبو يبدو كقبة مغطاة بالثلوج، فهو يحتوي على فوهة، أو كالديرا Caldera، على جانبه الجنوبي، عرضها ٢ كم وعمقها ٣٠٠ م. وفي داخل الفوهة، مخروط داخلي يدل على نشاط بركاني سابق. ومقارنة مع مخروط كيبو المتناسق، نجد مخروط ماونزي متأكلاً ومتشققاً ومنحدرًا بشكل كبير، وتخرقه مضائق من الشرق والغرب. وينتشر الجليد بتقطع على أطراف كيبو وينتهي على ارتفاع ٤٢٧٠ م على سفوحه الجنوبية الغربية، بينما يختفي تماماً بعد مسافة قليلة من القمة على الجانب الشمالي. ولا يوجد جليد دائم على ماونزي بل مجرد قطع ثلجية متفرقة.

ولكيليمانجارو مناطق نباتية متتالية هي، بدءاً من القاعدة، منطقة الشجيرات التي تعد تنمة للهضبة المجاورة شبه القاحلة، السفوح الجنوبية المزروعة حسنة الري، الغابة الغيمية^(١) الكثيفة، المستنقعات المكشوفة، الصحراء الألبية والتجمعات الطحلبية والأشبية^(٢).

يهطل على السفوح العليا لكيليمانجارو ١٧٨٠ مم من المطر كل سنة؛ وتغذي الجاري المائية الواقعة على السفوح الجنوبية والشرقية، نهري بانجاني وتسافو وبحيرة جايب وتلك الواقعة على السفوح الشمالية وبحيرة أمبوسيلي ونهر تسافو. وتمتد جبال پاري إلى الجنوب الشرقي من كيليمانجارو.

وتعد المنطقة التي يقع فيها كيليمانجارو إحدى أبرز مناطق تانزانيا المنتجة للبن والشعير والقمح والسكر والسيغال^(٣) والذرة والحبوب والموز والسنط (أفانيا) والقطن والبايرثروم^(٤) والبطاطا. وتقع المنطقة قبائل الشاجا والباري والكاهي والمبوچو.

وصل الأوروبيون إلى كيليمانجارو في العام ١٨٤٨ مع وصول المبشرين الألمانيين يوهانس ريمان ولودفيج كرافف، ولم يصدق أحد في البداية أقوالهما عن وجود قمة مكسوة بالثلج على خط

العرض ٣ جنوب خط الاستواء. وكان أول الواصلين إلى قمة كيبو، الجغرافي الألماني هانس ماير والمتسلق النمساوي لودفيج پورتسشيلير، وذلك في العام ١٨٨٩. وأول الواصلين إلى قمة ماونزي الجغرافي الألماني فريتز كلوت، وذلك في العام ١٩١٢. وتعد بلدة موشي الواقعة عند السفح الجنوبي، أبرز مراكز التجارة في المنطقة ونقطة انطلاق المتسلقين.

(١) الغابة الغيمية: غابة استوائية على سفح جبل تغطيها الغيوم حتى في فصول الجفاف.

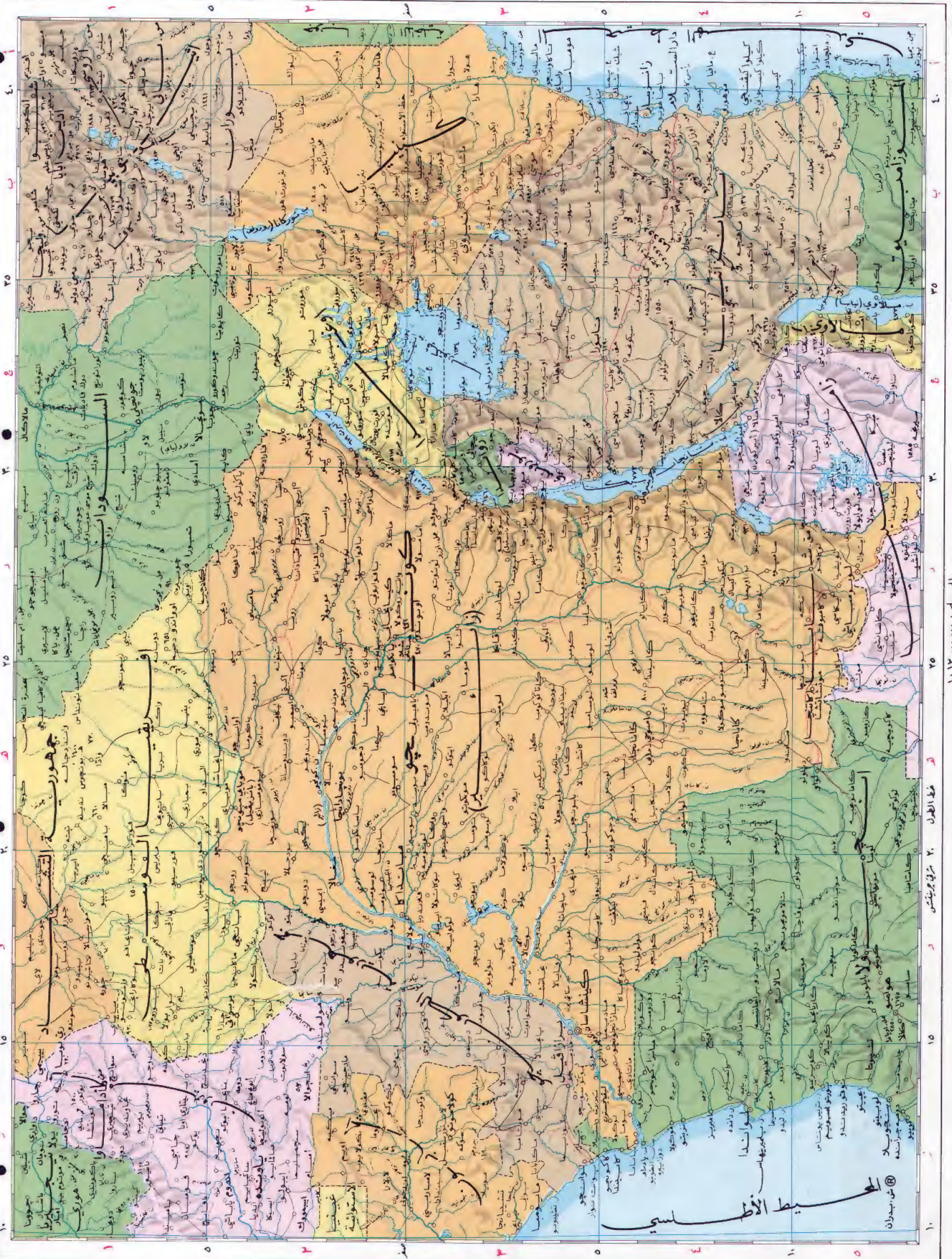
(٢) الأشبية: نباتات شبيهة بالطحالب.

(٣) السيغال: نبات ليفي يستخدم في صناعة الحبال.

(٤) البايثروم: نبات شبيه بالبايوش.



زیمبابویه: شلالات فیکتوریا.



مقياس
١:١٢٠٠٠٠٠
كل سنتيمتر
يمثل ١٢٠ كلم



تكوين غريب لشجرة في غابات أفريقيا.



غانا: طحن الجيوب في قرية فيهيني.



انجولا: مرتفعات بجانب مدينة لوييت.



غانا: معمل البيرة.



غانا: الرقصات القبلية قرب مدينة وا.



تحنيط الجيوب.



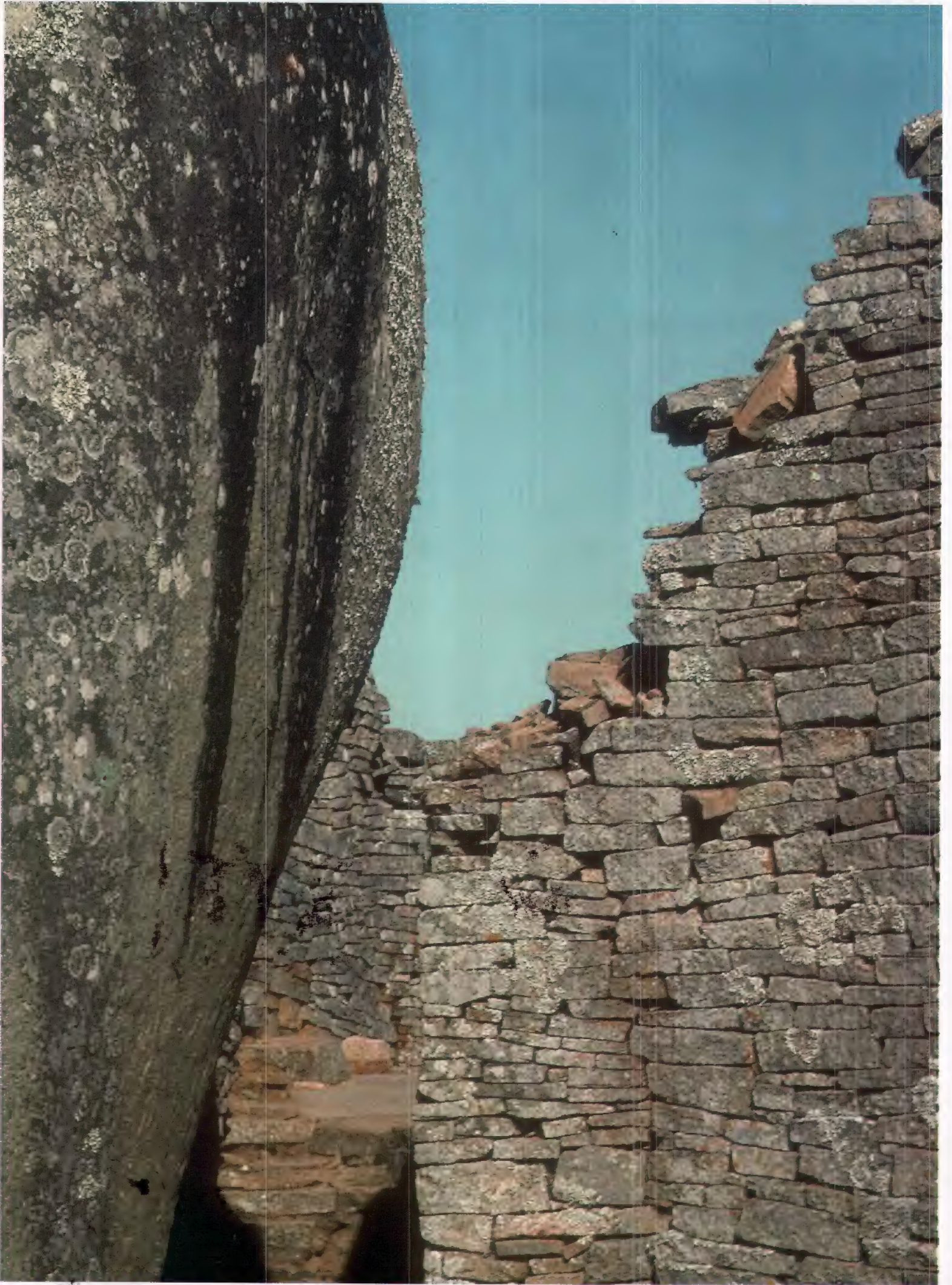
في الطريق الى المنزل.



زيمبابويه: ميدان السباق في مدينة هرار.



زيمبابويه: تحنيط الغذاء في مزرعة قرب ماسفينجو.



زيمبابويه: تكوين الصخور في محمية زيمبابويه.



الكثبان في الصحراء الكبرى .



تانزانيا: وحيد القرن في منطقة نجورونجورا .



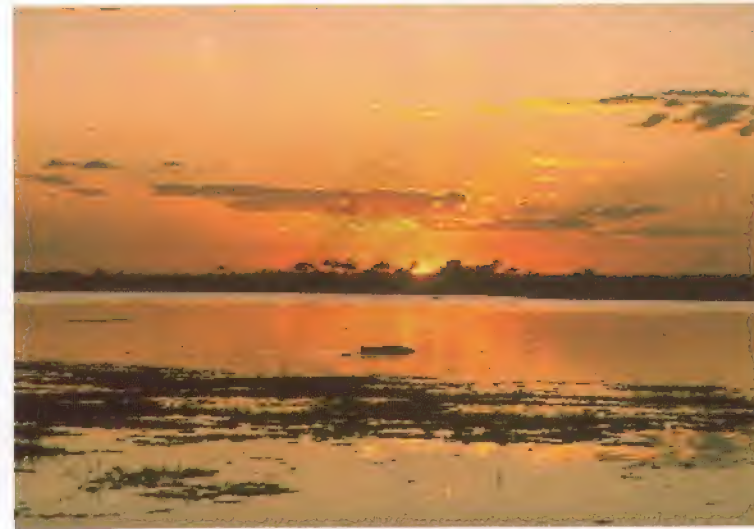
كينيا: نساء من قبيلة الماساي .



زيمبابوي: شلالات فيكتوريا .



جنوب افريقيا



زامبيا: مغيب الشمس على بحيرة كاريبا .



جنوب افريقيا: الطرق الجبلية .



انجولا: البنك الوطني في مدينة انجولا .

جمهورية الكونغو الديمقراطية: المعادن وخطوط المواصلات



النيجر: سوق الجمال.



مالي: أكواخ القش.

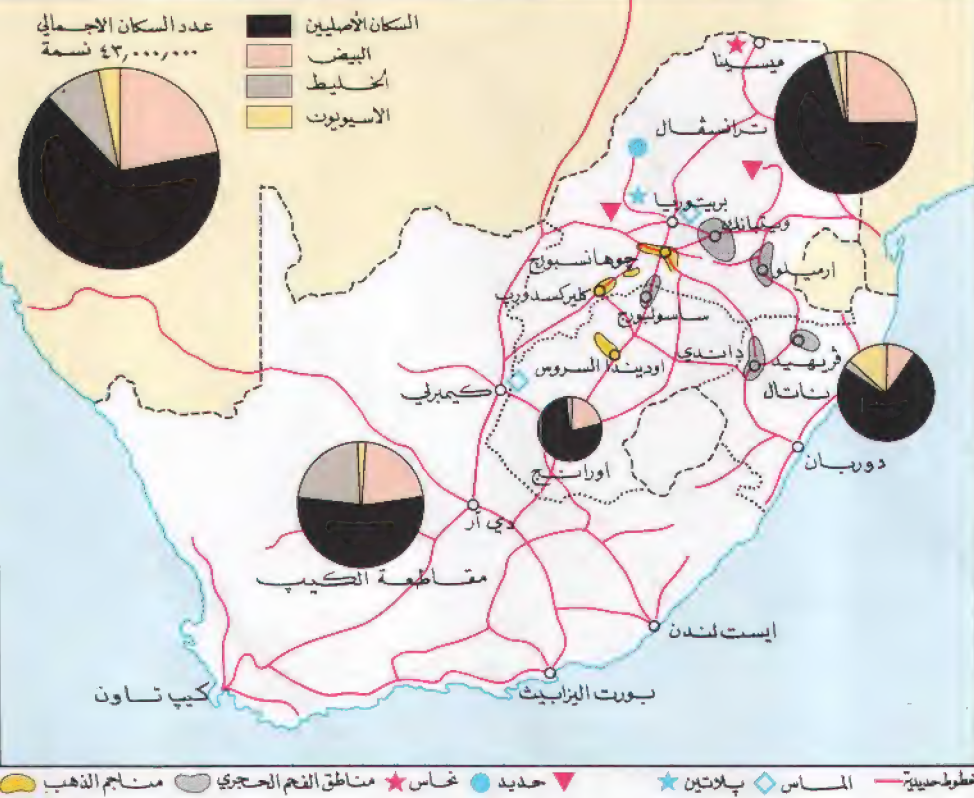


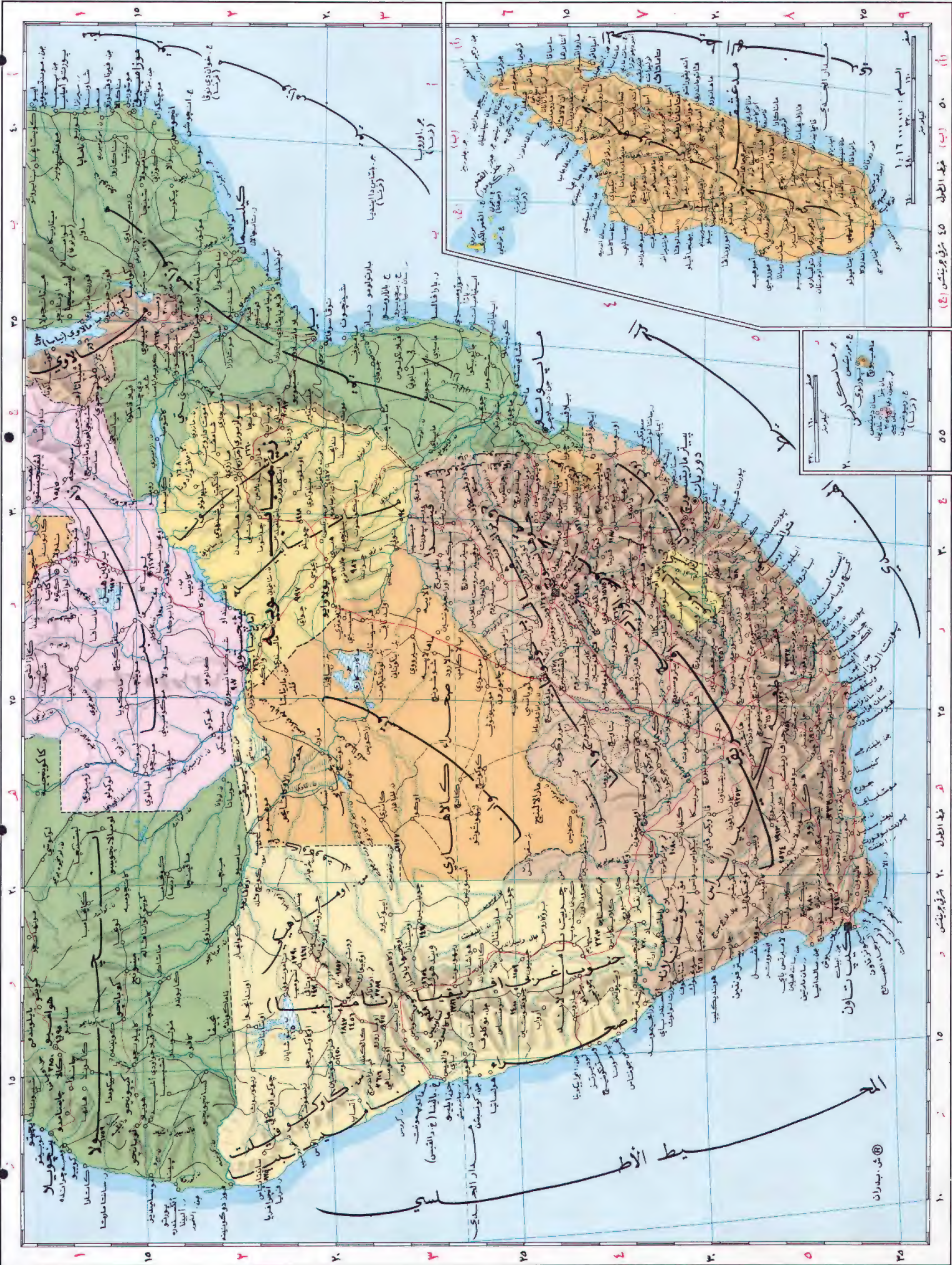
مالاوي: صياد الأسماك.



توجو: حاملة الأواني المطبخية في توازن دقيق.

التكوين العرقي للسكان والشرائط المعدنية







زيمبابويه: مشهد لأراض بجانب نهر الزمبيزي .



زيمبابويه: سدّ مائي لانتاج الكهرباء .



زيمبابويه: الحائط الصخري الكبير في محمية زيمبابويه الكبرى .



زيمبابويه: جبال شيمانيماني .



زيمبابويه: الوادي الخصب .



زيمبابويه: مجمّع خليج كاريا .



زيمبابويه: بعض التكاوين الصخرية .



زيمبابويه: مشهد لمزارع الشاي بعد الحصاد .

اوردو بكا



سويسرا: قمة سيرفان (ماترهورن) (٤٤٧٨م) في جبال آلپ بينين





أوروبا

أوروبا هي، اصطلاحاً، إحدى قارّات العالم السبع. وبالرغم الخمس الغربي من كتلة الأرض الأوراسية، التي تتألف بشكل عموماً جبال الأورال ونهر الأورال وجزءاً من بحر قزوين وجبال وآسيا. وقد يكون اسم أوروبا مشتقاً من اسم ابنة فينيكس في فينيقية تعني الغروب.

أوروبا هي ثاني أصغر قارّة في العالم (أستراليا هي أصغرهما)، لا السكّان. يشكّل رأس نوردكين في النرويج أقصى نقطة إلى الشمال تاريخياً في جنوب إسبانيا، قرب جبل طارق، أقصى نقطة إلى الجنوب من رأس روكا في البرتغال إلى منحدرات جبال الأورال الشمّ لطالما كانت أوروبا مركزاً ثقافياً واقتصادياً كبيراً. فقد خلق اليونان أشهرتا بمساهماتهما في مجال الفلسفة والأدب والفنون الجميلة بدأ في القرن الرابع عشر، فترة الانجازات العظيمة بالنسبة الاستكشافات، الذي بدأ في القرن الخامس عشر، رحلات طويلة أقاصي العالم. وبنّت الدول الأوروبية، لا سيما إسبانيا والبرتغال استعمارية كبيرة شملت ممتلكات شاسعة في أفريقيا والأميركتين حديثة من الصناعات تظهر في أوروبا. وفي القرن العشرين، تعمّ نتيجة الحربين العالميتين. بعد نهاية الحرب العالمية الثانية في العام واقتصاديتين كبيرتين - الدول الشيوعية في أوروبا الشرقية والدول العامين ١٩٨٩ و١٩٩١، تفتّت الكتلة الشرقية، واضطّرت البلدان أوروبا الشرقية، وتوحدت الألمانيتان الشرقية والغربية من وانقطعت الصلات العسكرية والاقتصادية المتعددة الأطراف بين السوفييتية (الإتحاد السوفييتي)، ولم يعد من وجود للإتحاد السوفييتي

البيئة الطبيعية

أوروبا كتلة شديدة التجزؤ، تتكوّن من عدد من أشباه الجزر الكارثية والإيطالية، إضافة إلى أشباه جزر أصغر حجماً، مثل شبه جزيرة عدداً كبيراً من الجزر، أبرزها إيسلاندا والجزر البريطانية وسردينيا السنة من المحيط المتجمّد الشمالي وعلى بحر الشمال وبحر البلطيق الشرقي؛ على البحر الأسود والبحر المتوسط، في الجنوب؛ وعلى القارة هي قمة إيلبروز (٥٦٤٢ م) في جبال القوقاز في جنوب غرب الساحل الشمالي لبحر قزوين، وتقع على حوالي ٢٨ متراً تحت

المناطق الفيزيوجرافية

تشمل قاعدة أوروبا الجيولوجية، من الشمال إلى الجنوب، كتلة عريضاً من المواد الرسوبية المستوية نسبياً؛ ومنطقة من البنى الجبلية والنشاط البركاني؛ ومنطقة من النشاط التشفقي (تكوّن الجبال الجيولوجي في خلق المناطق الفيزيوجرافية الكثيرة التي تؤلف ط يقع الترس الفنلندي الإسكندنافي، الذي تكوّن في العصر الأخرى من شبه الجزيرة الاسكندنافية. يميل هذا الترس باتجاه والهضبة الخفيضة في فنلندا. حفرت الطبقات الجليدية الفيوردات الهضبة الفنلندية. أدى احتكاك جزء من القشرة الأرضية بالترس (حوالي ٥٠٠ مليون إلى ٣٩٥ مليون سنة خلت)، إلى ارتفاع ج

وتسببت عوامل التآكل والتجوية، في ما بعد، بحث هذه الجبال وصقلها في الجزر البريطانية، لكن قمم النروج لا تزال ترتفع إلى ٢٤٧٢ متراً.

تمتد المنطقة الجيولوجية الكبيرة الثانية (المؤلفة من حزام من المواد الرسوبية) على شكل قوس من جنوب غرب فرنسا باتجاه الشمال والشرق عبر هولندا وألمانيا وبولونيا إلى داخل الجزء الغربي من روسيا. وتشمل هذه المنطقة أيضاً جزءاً من جنوب شرق إنجلترا. تعلو هذه الصخور الرسوبية طبقة من الختات الذي حملته الجملدات، وتنحرف هذه الصخور في بعض الأماكن لتكوين أحواض، مثل حوض لندن وحوض باريس، إلا أنها مستوية بشكل كاف عموماً لتشكيل السهل الأوروبي الكبير. يضم هذا السهل بعضاً من أفضل التربة في أوروبا، لا سيما على طول طرفه الجنوبي، حيث رسبت الرياح مادة تُعرف بالراسب الطفالي. ويبلغ السهل أقصى عرض له في الشرق.

إلى جنوب السهل الأوروبي الكبير، يمتد عبر أوروبا شريط من البنى الجيولوجية المتباينة، يشكل أكثر التضاريس تعقيداً في القارة - مرتفعات أوروبا الوسطى. في جميع أنحاء هذه المنطقة، تفاعلت قوى الطي (سلسلة جبال الجورا) والتصدع (جبال الفوج وجبال الغابة السوداء) والنشاط البركاني (المايسيف سنترال، أو المرتفعات الوسطى، في فرنسا) والقوى الرافعة (الميسيتا سنترال، أو الهضبة الوسطى، في إسبانيا) لتكوين جبال وهضاب ووديان متناوبة الانتظام.

إن المنطقة الفيزيوغرافية الأوروبية الواقعة إلى أقصى الجنوب هي أحدث المناطق تكوّنًا. في أواسط الدهر الثلاثي، منذ حوالي ٤٠ مليون سنة، اصطدمت الصفيحة الأفريقية العربية بالصفيحة الأوراسية، وأطلقت بذلك عملية تكوّن جبال الألب. تقوم القوى الضاغطة الناتجة عن الاصطدام بدفع الطبقات الرسوبية السميكة المتشكلة في الدهر الوسيط إلى الأعلى، مكونة بذلك سلاسل جبلية مثل البيرينيه والألب والأبين والكاريات والقوقاز، التي تشكل أعلى جبال في أوروبا وأكثرها تحدرًا. ويشير وقوع الزلازل بشكل متكرر إلى حدوث تغيرات مستمرة في المنطقة.

الثروة المائية

أدت طبيعة القارة الأوروبية الشبهجزيرية إلى خلق غمط صرف شعاعي بشكل عام، يجري فيه معظم المجاري المائية إلى الخارج انطلاقاً من قلب القارة، وغالباً من ينابيع قريبة من بعضها البعض. يجري نهر الفولجا، أطول نهر في أوروبا، نحو الجنوب بشكل أساسي ويصب في بحر قزوين؛ ويجري نهر الدانوب، ثاني أطول الأنهار الأوروبية، من الغرب إلى الشرق قبل أن يصب في البحر الأسود. تشمل أنهار أوروبا الوسطى والغربية الرون والبو، اللذين يصبان في البحر المتوسط، واللوار والسين والرين والإلب، التي تصب في المحيط الأطلسي أو بحر الشمال. ويجري نهر الأودير والقيستول شمالاً إلى بحر البلطيق. يسمح النمط الشعاعي للصرف بوصول الأنهار في ما بينها عبر قنوات.

تتواجد البحيرات في المناطق الجبلية، كما في سويسرا وإيطاليا والنمسا، وفي المناطق السهلية، كما في السويد وبولونيا وفنلندا. إن أكبر بحيرة مياه عذبة في أوروبا هي بحيرة لادوجا في شمال غرب روسيا.

المناخ

يقع القسم الأكبر من أوروبا في المناطق الشمالية البعيدة عن خط الإستواء. تعطي البحار الدافئة نسبياً التي تحده القارة، مناخاً معتدلاً للقسم الأكبر من أوروبا الوسطى وأوروبا الغربية؛ ويتميز هذا المناخ بشتاء بارد وصيف لطيف. إن الرياح الغربية السائدة، التي تدفأ إلى حد ما بمرورها فوق تيار شمال الأطلسي المحيطي، تحمل معها الأمطار والهواطل الأخرى في القسم الأكبر من السنة. في منطقة المناخ المتوسطي - إسبانيا وإيطاليا واليونان - يكون الصيف عادة حاراً وجافاً، وتهطل

جميع كمية المطر تقريباً خلال الشتاء. من وسط بولونيا شرقاً، يخف تأثير البحر المعدل، فيسود بالتالي مناخ أكثر برودة وجفافاً. ويسود المناخ نفسه في الجزء الشمالي من القارة. تتلقى معظم المناطق الأوروبية حوالي ٥١٠ إلى ١٥٣٠ ملمترًا من المطر في السنة.

الغطاء النباتي

كان القسم الأكبر من أوروبا، ولا سيما الغرب، مغطى في الأصل بالغابات، إلا أن سكن الإنسان في المنطقة وقطع الأشجار قد أدّى إلى تغيير طبيعة الغطاء النباتي. وحدها الغابات التي تغطي الجبال الواقعة إلى أقصى الشمال وأجزاء من شمال روسيا الأوروبية الوسطى لم تتأثر نسبياً بنشاط الإنسان. من جهة ثانية، تغطي الأراضي الحرجية، المزروعة أو التي عادت وشغلت الأراضي المقطوعة الأشجار، مساحات شاسعة من أوروبا.

تشكل أكبر منطقة نباتية في أوروبا حزاماً يمتد عبر الجزء الأوسط من القارة من المحيط الأطلسي إلى جبال الأورال. ويتألف هذا الحزام من خليط من الأشجار ذات الأوراق المعبلة والأشجار الصنوبرية - أشجار سنديان وقيقب ودردار مختلطة مع أشجار صنوبر وتوب. تتميز المناطق الساحلية القطبية الشمالية من أوروبا الشمالية والمنحدرات العليا من الجبال المرتفعة بغطاء نباتي من نوع التندرة، يتكوّن في معظمه من الحزاز والأشنة والجنابات والأزهار البرية. تخلق درجات الحرارة اللطيفة، ولكن الباردة مع ذلك، التي تسود داخلية أوروبا الشمالية، بيئة مناسبة لتشكيل غطاء متصل من الأشجار الصنوبرية، لا سيما من أشجار البيسية والصنوبر، مع وجود أشجار بتولا وحور جراج أيضاً. تغطي المروج، وهي مناطق من الأعشاب الطويلة نسبياً، القسم الأكبر من السهل الأوروبي الكبير. وتتميز أوكرانيا بوجود السهوب، وهي منطقة مسطحة وجافة نسبياً تنمو فيها الأعشاب القصيرة. تُعرف المناطق الواقعة على البحر المتوسط بشمارها، خصوصاً الزيتون والحمضيات والتين والمشمش والعنب.

الحياة الحيوانية

كانت أوروبا ثؤوي، في ما مضى، أعداداً كبيرة من الحيوانات المتنوعة مثل الأيل والإللكة والبيسون والخنزير البري والذئب والدب. ولكن، نظراً إلى أن الإنسان قد سكن أو نمت القسم الأكبر من أوروبا، انقرضت أنواع كثيرة من الحيوانات أو انخفض عددها إلى حد بعيد. ولا يمكن اليوم إيجاد أعداد كبيرة من الأيائل وحيوانات الإللكة والذئاب والذئب البرية، إلا في شمال اسكندينايا وروسيا وفي شبه جزيرة البلقان. أما في الأمكنة الأخرى، فتعيش هذه الحيوانات بشكل رئيسي في المحميات.

يربّي شعب السامي في أقصى الشمال قطعان الرنة الأليفة. وتعيش الشمواة والوعل في المرتفعات العالية من جبال البيرينيه والألب. لا تزال أوروبا موطناً للكثير من الحيوانات الصغيرة مثل ابن عرس وابن مقرض والأرنب البري والأرنب والقنفذ واللاموس والثعلب والسنجاب. ويشمل العدد الكبير من الطيور الأوروبية البلدية العقاب والصقر وعصفور الدوري والعندليب واليوم والحمام والشرشور والنسنة. يُعتقد أن اللقلق يجلب الفأل الحسن للمنزل الذي يعيش فوقه، لا سيما في هولندا؛ ويزين البجع الكثير من الأنهار والبحيرات الأوروبية. يُعتبر السلمون الاسكوتلاندي والايّرلندي وسلمون الرين من الأسماك اللذيذة المحبوبة في أوروبا. وتعيش في المياه البحرية الساحلية مجموعة كبيرة ومتنوعة من الأسماك تشمل القد والإسقمري والزنكة والتونة، وهي جميعها أسماك مهمة تجارياً. يحتوي البحر الأسود وبحر قزوين على الحفش، مصدر الكافيار.

الموارد المعدنية

تتمتع أوروبا بمجموعة كبيرة ومتنوعة من الموارد المعدنية. يتواجد الفحم بكميات

كبيرة في أماكن كثيرة من بريطانيا العظمى، كما تحتوي منطقة الرور الألمانية وأوكرانيا على طبقات واسعة من الفحم. إضافة إلى ذلك، نجد تراكومات كبيرة من الفحم في بولونيا وبلجيكا والجمهورية التشيكية وسلوفاكيا وفرنسا وإسبانيا. تتمثل المصادر الكبرى لأكرزة الحديد في أوروبا، اليوم، في مناجم كيرونا في شمال السويد ومنطقة اللورين في فرنسا وأوكرانيا. تضم أوروبا عدداً من المناطق الصغيرة المنتجة للنفط والغاز الطبيعي، لكن أكبر منطقتين منتجتين لهذه المواد هما بحر الشمال (حيث تملك بريطانيا العظمى وهولندا وألمانيا والنرويج معظم حقوق الاستثمار) والجمهوريات السوفياتية السابقة، خصوصاً روسيا. ومن التراكومات المعدنية الأخرى في أوروبا، نذكر النحاس والرصاص والقصدير واليوكسيت والمنغنيز والنيكل والذهب والفضة واليوتاس والصلصال والجص والدولوميت والملح.

التطور الاقتصادي

احتلت أوروبا لوقت طويل المرتبة الأولى العالمية من حيث الأنشطة الاقتصادية. ونظراً إلى أن أوروبا هي مهد العلم الحديث والثورة الصناعية، تفوقت القارة تكنولوجياً على المناطق الأخرى، ما سمح لها بيسط هيمنتها على العالم في القرن التاسع عشر. إن الثورة الصناعية، التي بدأت في إنجلترا في القرن الثامن عشر، وانتشرت منها إلى سائر أنحاء العالم، قد شكلت تحولاً شمل استعمال آلات معقدة، وأدى إلى زيادة الإنتاج الزراعي إلى حد بعيد، وظهور أشكال جديدة من التنظيم الاقتصادي. وقد شكل إنشاء المنظمات الدولية، مثل الاتحاد الأوروبي والجمعية الأوروبية للتجارة الحرة ومنظمة التعاون والتنمية الاقتصادية، القوة الدافعة للنمو، منذ أواسط القرن العشرين.

الزراعة

إن الزراعة في أوروبا هي عموماً من النوع المختلط، حيث تُنتج مجموعة متنوعة من المحاصيل والمنتجات الحيوانية في المنطقة نفسها. يشكل الجزء الأوروبي من الاتحاد السوفياتي السابق إحدى المناطق الكبيرة القليلة التي تغطي فيها الزراعة الأحادية. تمارس البلدان المتوسطة نوعاً مميزاً من الزراعة، يغطي فيه إنتاج القمح والزيتون والعنب والحمضيات. وفي معظم هذه البلدان، تلعب الزراعة دوراً أكبر في الاقتصاد القومي مقارنةً بدول الشمال. ويشكل إنتاج اللبن ومشتقاته وإنتاج اللحم نشاطاً أساسياً في معظم مناطق أوروبا الغربية. إلى الشرق، تصبح المحاصيل الزراعية أكثر أهمية. ففي دول شبه جزيرة البلقان، تشكل المحاصيل الزراعية حوالي ٦٠٪ من الإنتاج الزراعي؛ وفي أوكرانيا، يغطي إنتاج القمح على جميع الزراعات الأخرى. تُعرف أوروبا ككل بإنتاج كميات ضخمة من القمح والشعير والشوفان والجاوذار والذرة والبطاطا والفاصولياء والبسلة والشمندر السكري. إلى جانب الأبقار المخصصة لإنتاج اللبن أو اللحم، يربي الأوروبيون أعداداً كبيرة من الخنازير والخراف والماعز والدواجن.

تتمتع أوروبا في أواخر القرن العشرين بالإكتفاء الذاتي في معظم المنتجات الزراعية الأساسية. وتُستعمل في معظم الأراضي الزراعية تقنيات زراعية متقدمة، بما فيها استخدام الآلات الحديثة والأسمدة الكيميائية؛ لكن، في بعض أجزاء أوروبا الجنوبية والجنوبية الشرقية، لا تزال التقنيات التقليدية غير الفعالة نسبياً سائدة الإستعمال. خلال القسم الأكبر من فترة حكم الشيوعيين، ارتكزت الزراعة في دول الكتلة الشرقية (باستثناء بولونيا ويوغوسلافيا) وفي الاتحاد السوفياتي على مزارع كبيرة تملكها الدولة وأخرى جماعية واسعة تسيطر عليها.

الحراثة وصيد الأسماك

تشكل الغابات الشمالية، التي تمتد من النرويج عبر شمال روسيا الأوروبية،

المصدر الرئيسي للمنتجات الحرجية في أوروبا. تتمتع كل من السويد والنرويج وفنلندا وروسيا بصناعات حرجية كبيرة نسبياً، تنتج لب الخشب وخشباً للبناء ومنتجات أخرى. في أوروبا الجنوبية، تنتج إسبانيا والبرتغال مجموعة متنوعة من المنتجات الفلينية من شجر البُهش (شجر الفلين). تمارس جميع البلدان الأوروبية الساحلية صيد الأسماك التجاري، إلا أن هذه الصناعة تشكل نشاطاً مهماً للغاية في البلدان الشمالية، لا سيما النرويج والدانمارك. وتُعتبر أيضاً إسبانيا وروسيا وبريطانيا العظمى وبولونيا بلداناً يشكل فيها صيد الأسماك نشاطاً اقتصادياً هاماً.

التعدين

تأثر نمط التوزيع السكاني الحالي في القسم الأكبر من أوروبا بالأنشطة التعدينية التي قامت في الماضي، ولا سيما تعدين الفحم. وقد اجتذبت مناجم الفحم في مناطق مثل الجزء الأوسط من بريطانيا ومنطقة الرور الألمانية وأوكرانيا عدداً كبيراً من المصانع، وساهمت في إرساء أتماط صناعية تستمر إلى اليوم. يتراجع عدد اليد العاملة في المناجم في أوروبا، ويعود ذلك بنسبة كبيرة إلى المكننة، إلا أن القارة لا تزال تضم عدّة مراكز تعدين هامة. يشكل شمال شرق بريطانيا ومنطقة الرور ومنطقة سيليزيا البولندية وأوكرانيا مراكز كبيرة منتجة للفحم. يُنتج الحديد الخام بكميات كبيرة في شمال السويد وشرق فرنسا وأوكرانيا. وتُنتج مجموعة واسعة من الخامات الأخرى، مثل اليوكسيت والنحاس والمنغنيز والنيكل واليوتاس، بكميات كبيرة. يشكل إنتاج النفط والغاز الطبيعي من الآبار البعيدة عن الشاطئ في بحر الشمال، إحدى أحدث وأهم الصناعات الإستخراجية في أوروبا. ويُستخرج أيضاً النفط والغاز الطبيعي منذ وقت طويل وبكميات كبيرة من المنطقة الجنوبية من روسيا الأوروبية، لا سيما من منطقة نهر الفولجا.

الصناعة

منذ الثورة الصناعية، أصبحت الصناعة قوة مهيمنة في تحديد أساليب الحياة في أوروبا. أصبح شمال ووسط إنجلترا في وقت مبكر مركزاً للصناعة الحديثة، مثلما جرى في منطقتي الرور وساكسونيا الألمانية، وفي شمال فرنسا، وسيليزيا في بولونيا، وأوكرانيا. ولطالما كانت المنتجات مثل الحديد والفولاذ والمعادن المصنعة والنسيج والملابس والسفن والمركبات السيارة وتجهيزات السكك الحديدية صناعات أوروبية هامة، كما تُنتج أيضاً مجموعة واسعة ومنوعة من السلع الأخرى. شكل إنتاج المواد الكيميائية والتجهيزات الالكترونية وغيرها من المنتجات ذات التكنولوجيا المتقدمة، أهم الصناعات النامية في فترة ما بعد الحرب العالمية الثانية. تتركز الصناعة بشكل خاص في الجزء الأوسط من القارة (منطقة تشمل إنجلترا وشرق وجنوب فرنسا وشمال إيطاليا وبلجيكا وهولندا وألمانيا وبولونيا والجمهورية التشيكية وسلوفاكيا وجنوب النرويج وجنوب السويد) وفي روسيا الأوروبية وأوكرانيا.

الطاقة

تستهلك أوروبا كميات كبيرة من الطاقة. ومصادر الطاقة الرئيسية في أوروبا هي الفحم (بما في ذلك اللينيت)، والنفط والغاز الطبيعي والطاقة النووية والطاقة المائية. تمتلك كل من النرويج والسويد وفرنسا وسويسرا والنمسا وإيطاليا وإسبانيا منشآت كهربيائية كبيرة، تساهم بنسب مرتفعة في إنتاج الكهرباء السنوي. تشكل الطاقة النووية مصدراً هاماً للطاقة في فرنسا وبريطانيا العظمى وألمانيا وبلجيكا، وليتوانيا وأوكرانيا وغيرهما من الجمهوريات السوفياتية السابقة، والسويد وسويسرا وفنلندا وبلغاريا. وتتميز جمهورية إيرلندا عن غيرها بأن الخث هو مصدر مهم للطاقة، سواء للإستعمال المنزلي أم لتوليد الكهرباء.



وشجيرات في السفوح العليا (٢٤٠٠م). أما المناطق التي يزيد ارتفاعها عن ٣٠٠٠م، فمؤلفة من صخور وتلوج دائمة، وتخلو من النباتات. وتنتشر محميات طبيعية في جبال الألب للحفاظ على الحيوانات المحلية كالوعل (تيس الجبل) والشمواة (ظبي الجبل) والرموط (فأر الجبل) والأرنب الوحشي الجبلي والنسر الذهبي. وعند شعب سان جوتار في جنوب سويسرا، افتتح في العام ١٩٨٠ نفق سان جوتار بطول ١٦,٣ كم، وهو أطول نفق في العالم. وأبرز مدن جبال الألب جرينوبل (فرنسا) وإينسبروك (النمسا) وبولزانو (إيطاليا).

وروافد نهري الدانوب واليو. ويراوح معدل هبوط المطر على الجبال سنوياً بين ٢٠٠٠ مم في السلاسل الخارجية و٥٠٠ مم في الجبال الداخلية. وتكثر الأنهار الجليدية، التي تغطي مساحة إجمالية تبلغ ٣٩٠٠ كم^٢، على ارتفاعات تجاوز ١٠٠٠ م، وتبلغ مساحة أكبرها ١٣٠ كم^٢ وهو نهر أليتش الجليدي الواقع في جنوب غرب سويسرا.

وتكثر الأشجار النفضية، كالزان والبتولا، في السفوح القليلة الارتفاع (١٥٠٠م) والأشجار الصنوبرية، كالراتنجية والصنوبر والآركس، في السفوح المتوسطة الارتفاع (١٨٠٠م) والمروج الألبية المؤلفة من أعشاب وأزهار

وقمم شديدة الارتفاع. وتنتشر في المناطق الطباشيرية، مثل مناطق الدولوميت في إيطاليا والنمسا، جروف ووديان ضخمة. ويصل ارتفاع القمم في جبال الألب إلى معدل يراوح بين ١٨٠٠ و٢٤٠٠ م. ويرتفع بعض القمم إلى أكثر من ٣٠٠٠ م، لا سيما قمم مون بلان، التي ترتفع حوالى ٤٨١٠ م وهي الأعلى. وتأثرت جبال الألب بالتآكل بواسطة الأنهار الجليدية، والذي خلق فروقات كبيرة في الارتفاع بين القمم والوديان المجاورة لها. وتعدّ جبال الألب فاصلاً بين المحيط الأطلسي والبحر المتوسط والبحر الأسود، وتنبع منها أنهار أوروبية مهمة عدة، لا سيما الرون والرين

جبال الألب: تقسم جبال الألب إلى قسم غربي في جنوب شرق فرنسا وشمال غرب إيطاليا، وقسم وسطي في وسط شمال إيطاليا وجنوب سويسرا، وقسم شرقي في أجزاء من ألمانيا والنمسا وسلوفينيا. ويتألف كل قسم من سلاسل عدة منفصلة. وتنتمي جبال الألب جيولوجياً إلى الجبال الحديثة التكوين العائدة إلى العصر الثلاثي Tertiary Period الذي امتد من ٦٥ مليون سنة إلى ١,٦ مليون سنة خلت. معظم مناطق الألب مؤلفة من صخور متبلرة، لا سيما منطقة سيرفان (ماترهورن) الواقعة على ارتفاع ٤٤٧٨ م فوق سطح البحر، والتميزة بسفوح تكاد تكون عمودية



الشواطىء الأوروبية بعضها رملى - كما هي الحال في شواطىء بحر المانش وبحر الشمال - وبعضها الآخر صخري.
في الصورة منظر لشاطئ إيرلندا الجنوبية (القسم الغربى منه)
حيث تظهر صخور «موهير» البالغ ارتفاعها أكثر من ٢٠٠ م وعلى امتداد يزيد على ثمانية كيلومترات.

أوروبا الطبيعية



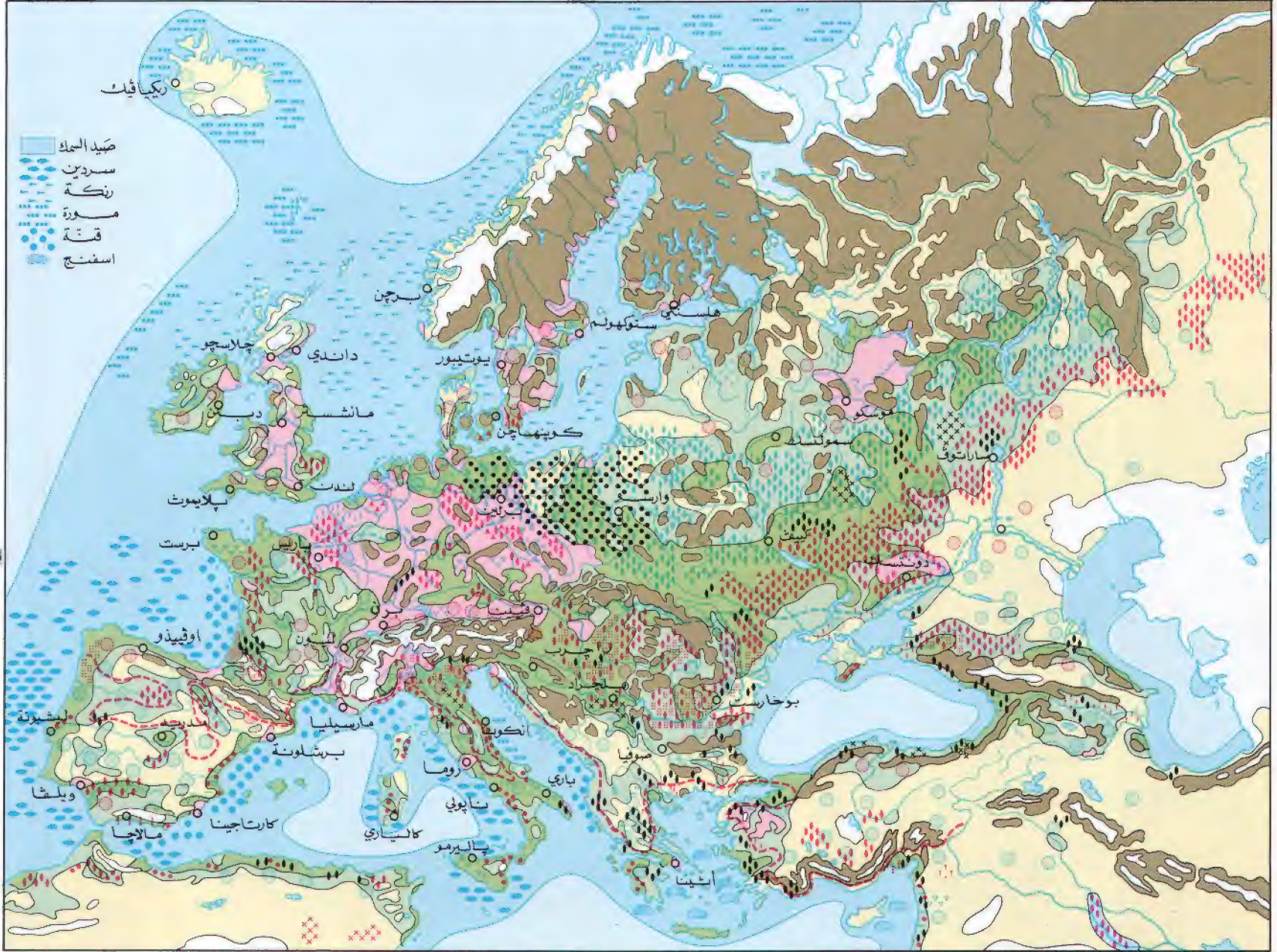
السلام: ... ١٤: ١

المجموع: 12 : 1

خريطة رقم ٢٥



أوروبا: استثمار الأراضي وتربية الماشية وصيد الأسماك



هولندا: مشهد للسفن على نهر وال.



هولندا: قطع بقر يرعى في الحقل.

أوروبا: المعادن والتوزيع الصناعي

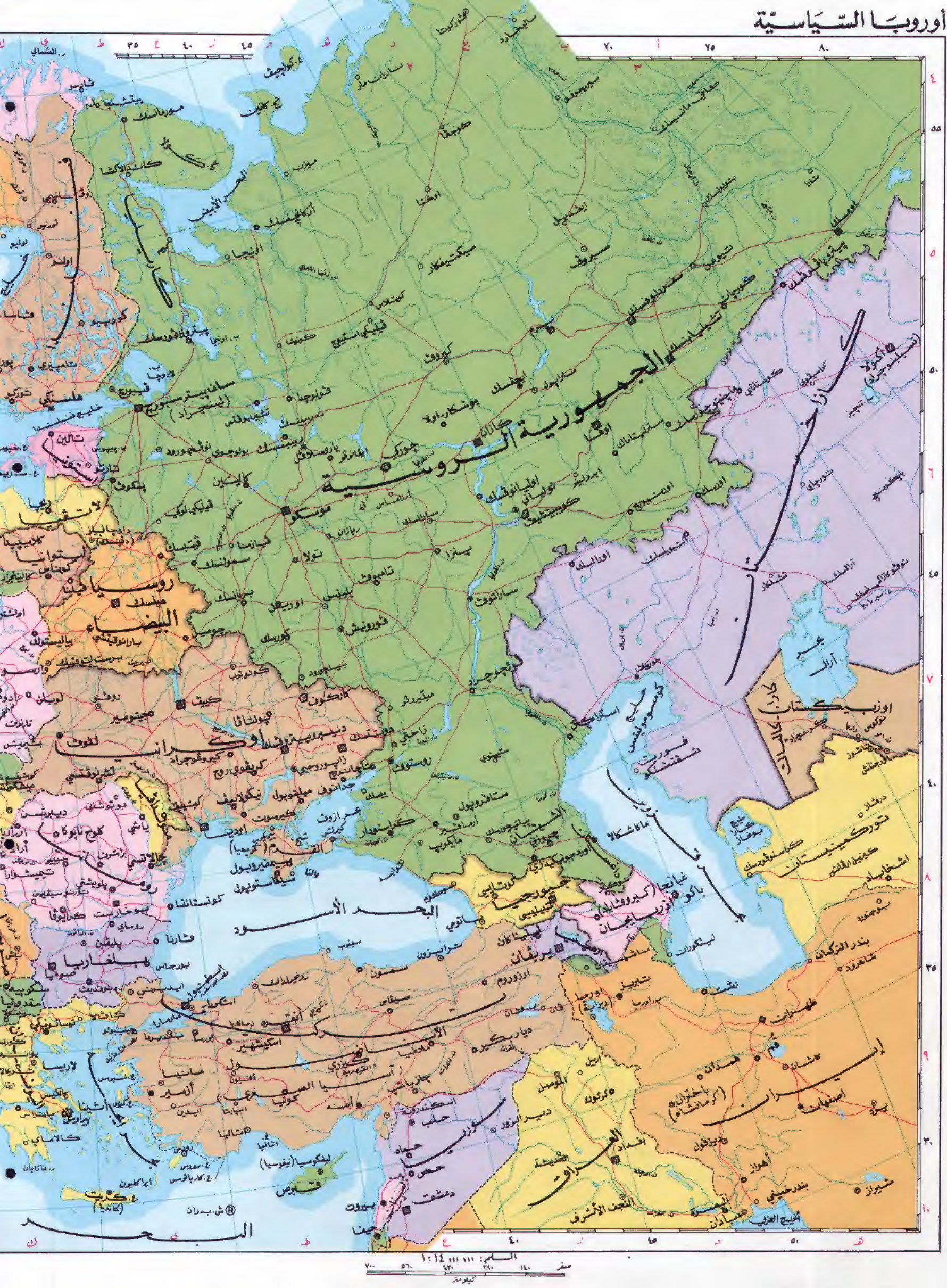


- | | | | | | | | | |
|----------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|----------------|----------------|----------------------------|
| ● الفحم الحجري | ▲ البترول | ● الحديد | ● الزئبق | ▲ الرصاص | ● الفوسفات | الصناعات | ● صناعات ثقيلة | ● صناعة الخشب |
| ● مناجم الحديد | ● البترول | ● الصلب | ● الكبريت | ▼ القصدير | ● البوتاس | ● صناعات خفيفة | ● صناعات نسجية | ● أهم طرق الملاحة الداخلية |
| ● لينيت | ● بوكسيت | ● بلاتين | ● نحاس | ● زنك | | | | |



هولندا: الطواحين الهوائية في مدينة جودا.

إيطاليا: بحيرة جارا الواقعة على أقدام جبال الألب حيث الزراعات السهلية، وفي الوقت نفسه المنطقة الصناعية الأولى.







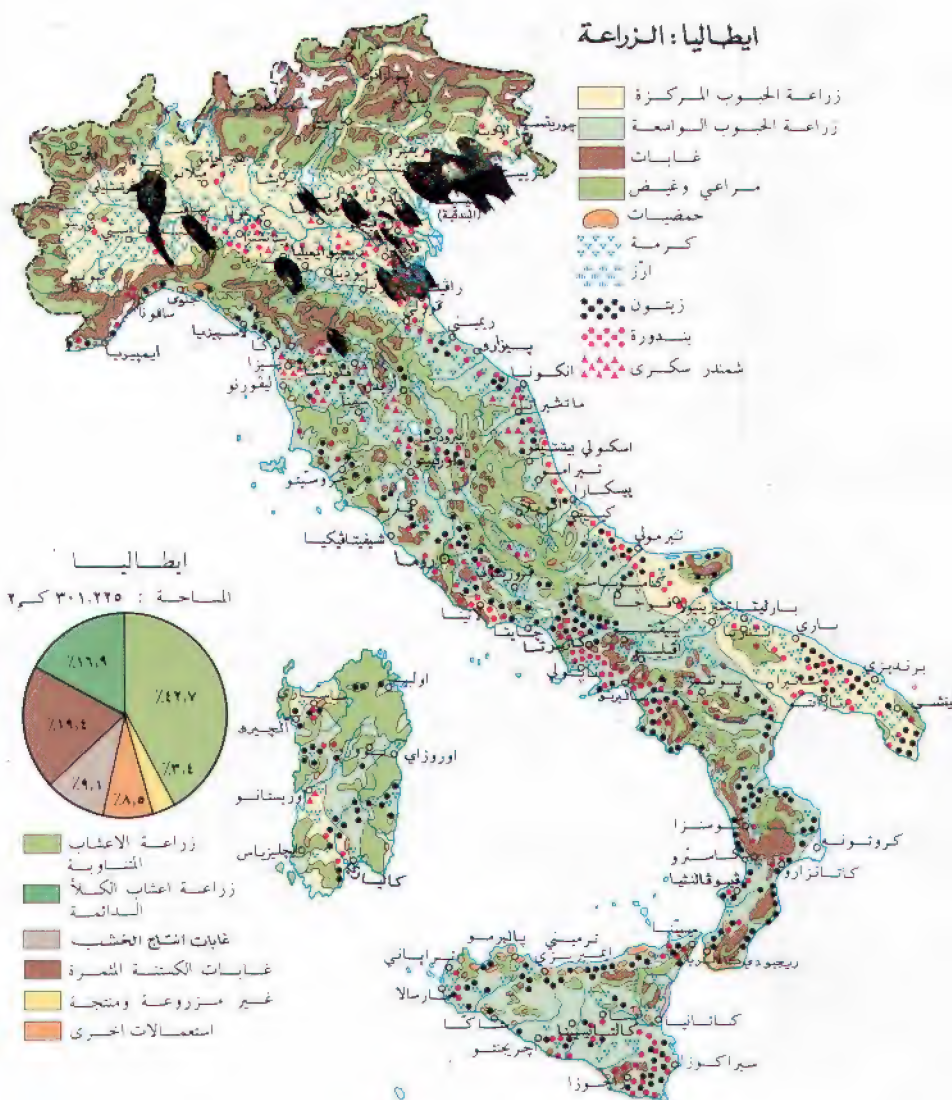




إيطاليا: آثار الكولوسيوم في روما.



إيطاليا: الدرج اللولبي داخل متحف الفاتيكان.



تتمركز القرى في إيطاليا الوسطى، لأسباب دفاعية واقتصادية، على أعالي التلال تاركة السهول للزراعة. هذه الظاهرة تتكرر في دول حوض البحر المتوسط كلها حيث تم بناء القرى في أكثر المناطق وعورة، بينما بقيت المناطق السهلية شبه خالية. في الصورة قرية على هضاب «لازيالي» قرب مدينة روما.



المراعي الخضراء في المنطقة الألبية.



فلاحة الحقول في المنطقة الألبية.



الجزيرة الخضراء.



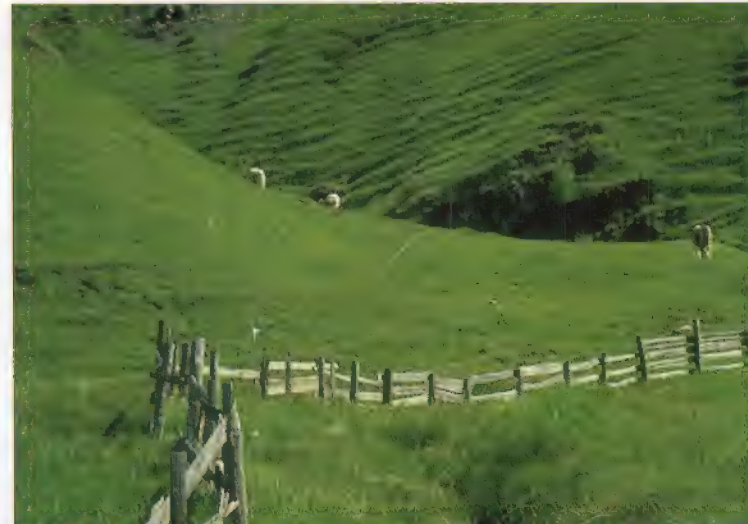
إيطاليا: قمة دولوميت الألبية.



إيطاليا: خليج سان ريمو في ريشيرا.



إيطاليا: الطريق العام في مدينة مورانو المشهورة في صناعة الزجاج.



إيطاليا: الري في مدينة مورانو.



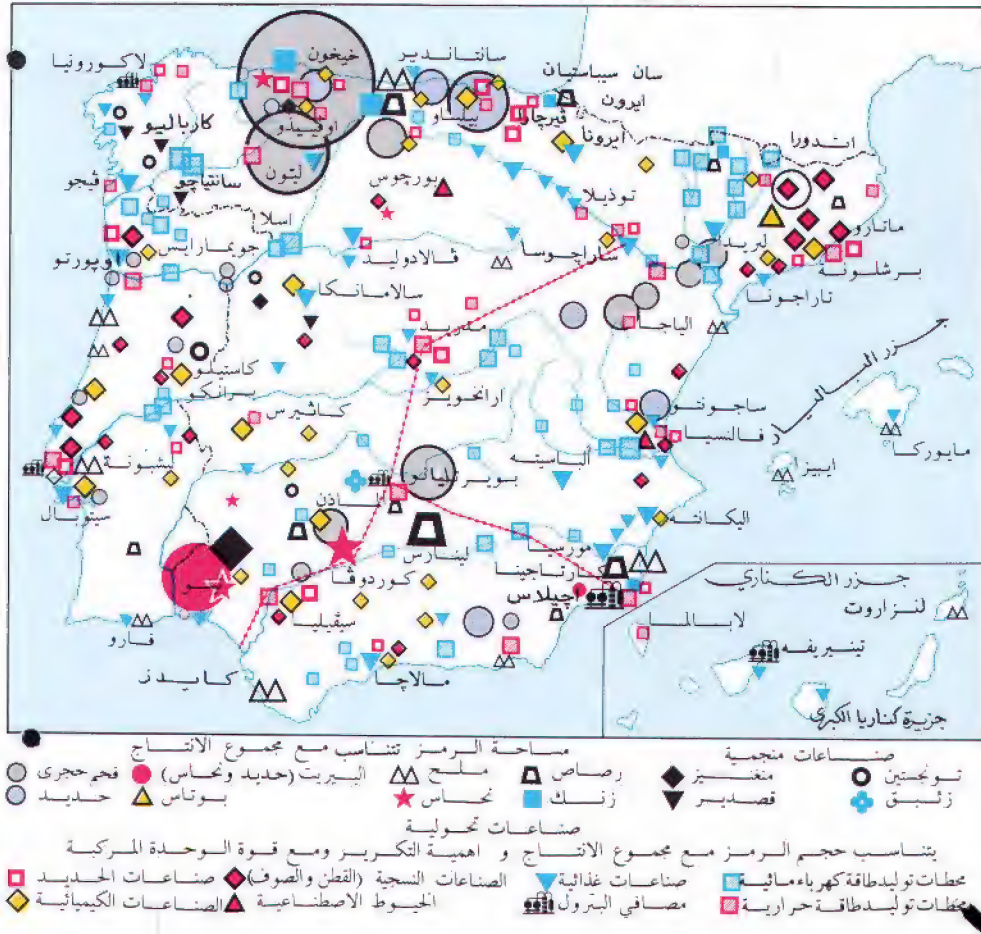
إيطاليا: مراكب الجوندول في قناة فينيسيا.





مقياس: ١:٤٠٠,٠٠٠
١:٤٠٠,٠٠٠
١:٨٠٠,٠٠٠
١:١,٦٠٠,٠٠٠
١:٣,٢٠٠,٠٠٠
١:٦,٤٠٠,٠٠٠
١:١٢,٨٠٠,٠٠٠
١:٢٥,٦٠٠,٠٠٠
١:٥١,٢٠٠,٠٠٠
١:١٠٢,٤٠٠,٠٠٠
١:٢٠٤,٨٠٠,٠٠٠
١:٤٠٩,٦٠٠,٠٠٠
١:٨١٩,٢٠٠,٠٠٠
١:١,٦٣٨,٤٠٠,٠٠٠
١:٣,٢٧٦,٨٠٠,٠٠٠
١:٦,٥٥٣,٦٠٠,٠٠٠
١:١٣,١٠٧,٢٠٠,٠٠٠
١:٢٦,٢١٤,٤٠٠,٠٠٠
١:٥٢,٤٢٨,٨٠٠,٠٠٠
١:١٠٤,٨٥٧,٦٠٠,٠٠٠
١:٢٠٩,٧١٥,٢٠٠,٠٠٠
١:٤١٩,٤٣٠,٤٠٠,٠٠٠
١:٨٣٨,٨٦٠,٨٠٠,٠٠٠
١:١,٦٧٧,٧٢١,٦٠٠,٠٠٠
١:٣,٣٥٥,٤٤٣,٢٠٠,٠٠٠
١:٦,٧١٠,٨٨٦,٤٠٠,٠٠٠
١:١٣,٤٢١,٧٧٢,٨٠٠,٠٠٠
١:٢٦,٨٤٣,٥٤٥,٦٠٠,٠٠٠
١:٥٣,٦٨٧,٠٩١,٢٠٠,٠٠٠
١:١٠٧,٣٧٤,١٨٢,٤٠٠,٠٠٠
١:٢١٤,٧٤٨,٣٦٤,٨٠٠,٠٠٠
١:٤٢٩,٤٩٦,٧٢٩,٦٠٠,٠٠٠
١:٨٥٨,٩٩٣,٤٥٩,٢٠٠,٠٠٠
١:١,٧١٧,٩٨٦,٩١٨,٤٠٠,٠٠٠
١:٣,٤٣٥,٩٧٣,٨٣٦,٨٠٠,٠٠٠
١:٦,٨٧١,٩٤٧,٦٧٣,٦٠٠,٠٠٠
١:١٣,٧٤٣,٨٩٥,٣٤٧,٢٠٠,٠٠٠
١:٢٧,٤٨٧,٧٩٠,٦٩٤,٤٠٠,٠٠٠
١:٥٤,٩٧٥,٥٨٠,١٣٨,٨٠٠,٠٠٠
١:١٠٩,٩٥١,١٦٠,٢٧٧,٦٠٠,٠٠٠
١:٢١٩,٩٠٢,٣٢٠,٥٥٥,٢٠٠,٠٠٠
١:٤٣٩,٨٠٤,٦٤٠,١١١,٠٠٠,٠٠٠
١:٨٧٨,٦٠٨,١٢٨,٢٢٢,٠٠٠,٠٠٠
١:١,٧٥٧,٢١٦,٢٥٦,٤٤٤,٠٠٠,٠٠٠
١:٣,٥١٤,٤٣٢,٥١٢,٨٨٨,٠٠٠,٠٠٠
١:٧,٠٢٨,٨٦٤,٠٢٤,٣٧٦,٠٠٠,٠٠٠
١:١٤,٠٥٧,٧٢٨,٠٤٨,٧٥٢,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٨,١١٥,٤٥٦,٠٩٦,١٥٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٥٦,٢٣٠,٩١٢,١٩٢,٣٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١١٢,٤٦١,٨٢٤,٣٨٤,٦٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٢٤,٩٢٣,٦٤٨,٧٦٨,١٢٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٤٤٩,٨٤٧,٢٩٦,١٥٣,٦٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٨٩٩,٦٩٤,٥٩٢,٣٠٧,٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١,٧٩٩,٣٨٩,١٨٤,٦١٤,٤٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٣,٥٩٨,٧٧٨,٣٦٩,٢٢٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٧,١٩٧,٥٥٦,٧٣٨,٤٥٦,٤٥٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٤,٣٩٥,١١٣,٤٧٦,٩١٢,٩١٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٨,٧٩٠,٢٢٦,٩٥٣,٨٢٤,٨٢٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٥٧,٥٨٠,٤٥٣,٩٠٦,١٦٤,١٦٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١١٥,١٦٠,٩٠٦,٨١٢,٣٢٨,٣٢٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٣٠,٣٢٠,١٨١,٦٢٤,٦٥٦,٦٥٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٤٦٠,٦٤٠,٣٦٣,٢٥٢,١٣١,١٣١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٩٢١,٢٨٠,٧٢٦,٥٠٤,٢٦٢,٢٦٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١,٨٤٢,٥٦١,٤٥٢,٤٠٨,٥٢٤,٥٢٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٣,٦٨٥,١٢٢,٩٠٤,٨١٦,١٠٤,١٠٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٧,٣٧٠,٢٤٤,١٨٠,١٦٣,٢٠٨,٢٠٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٤,٧٤٠,٤٨٨,٣٦٠,٣٢٦,٤١٦,٤١٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٩,٤٨٠,٩٧٦,٧٢٠,٦٥٢,٨٣٢,٨٣٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٥٨,٩٦١,٩٥٢,١٤٤,١٣٠,١٦٤,١٦٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١١٧,٩٢٣,٩٠٤,٢٨٨,٢٦٠,٣٢٨,٣٢٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٣٥,٨٤٦,٨٠٨,٥٧٦,٥٢٠,٦٥٦,٦٥٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٤٧١,٦٩٢,١٦١,١١٥,١٢٨,٨١٢,٨١٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٩٤٣,٣٨٤,٣٢٢,٢٣٠,٢٥٦,١٦٤,١٦٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١,٨٨٦,٧٦٨,٦٤٤,٤٦٠,٥١٢,٥١٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٣,٧٧٢,٥٣٦,١٢٨,٩٢٠,١٠٤,١٠٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٧,٥٤٥,٠٧٢,٢٥٦,١٨٠,٢٠٨,٢٠٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٥,٠٩٠,١٤٤,٥١٢,٤١٦,٤١٦,٤١٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٣٠,١٨٠,٢٨٨,٨٣٢,٨٣٢,٨٣٢,٨٣٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٦٠,٣٦٠,٥٧٦,١٦٦,١٦٦,١٦٦,١٦٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٢٠,٧٢٠,١١٣,٣٣٢,٣٣٢,٣٣٢,٣٣٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٤١,٤٤٠,٢٦٦,٦٦٤,٦٦٤,٦٦٤,٦٦٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٤٨٢,٨٨٠,٥٣٢,١٣٢,١٣٢,١٣٢,١٣٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٩٦٥,٧٦٠,١٠٦,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١,٩٣١,٥٢٠,٢١٢,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٣,٨٦٢,٠٤٠,٤٢٤,١٠٤,١٠٤,١٠٤,١٠٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٧,٧٢٤,٠٨٠,٨٤٨,٢٠٨,٢٠٨,٢٠٨,٢٠٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٥,٤٤٨,١٦٠,١٦٩,٤١٦,٤١٦,٤١٦,٤١٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٣٠,٨٩٦,٣٢٠,٣٣٨,٨٣٢,٨٣٢,٨٣٢,٨٣٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٦١,٧٩٢,٦٤٠,٦٧٦,١٦٦,١٦٦,١٦٦,١٦٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٢٣,٥٨٤,١٢٨,١٣٢,٣٣٢,٣٣٢,٣٣٢,٣٣٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٤٧,١٦٨,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٤٩٤,٣٣٦,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٩٨٨,٦٧٢,١٠٥٦,١٠٥٦,١٠٥٦,١٠٥٦,١٠٥٦,١٠٥٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١,٩٧٦,٣٤٤,٢١١٢,٢١١٢,٢١١٢,٢١١٢,٢١١٢,٢١١٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٣,٩٥٢,٦٨٨,٤٢٢٤,٤٢٢٤,٤٢٢٤,٤٢٢٤,٤٢٢٤,٤٢٢٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٧,٩٠٤,١٣٧٦,٨٤٤٨,٨٤٤٨,٨٤٤٨,٨٤٤٨,٨٤٤٨,٨٤٤٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٥,٨٠٨,٢٧٥٢,١٦٨٩٦,١٦٨٩٦,١٦٨٩٦,١٦٨٩٦,١٦٨٩٦,١٦٨٩٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٣١,٦١٦,٥٥٠٤,٣٣٧٩٢,٣٣٧٩٢,٣٣٧٩٢,٣٣٧٩٢,٣٣٧٩٢,٣٣٧٩٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٦٣,٢٣٢,١١٠٠٨,٦٧٥٨٤,٦٧٥٨٤,٦٧٥٨٤,٦٧٥٨٤,٦٧٥٨٤,٦٧٥٨٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٢٦,٤٦٤,٢٢٠١٦,١٣٥١٦,١٣٥١٦,١٣٥١٦,١٣٥١٦,١٣٥١٦,١٣٥١٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٥٢,٩٢٨,٤٤٠٣٢,٢٧٠٣٢,٢٧٠٣٢,٢٧٠٣٢,٢٧٠٣٢,٢٧٠٣٢,٢٧٠٣٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٥٠٥,٨٥٦,٨٨٠٦٤,٥٤٠٦٤,٥٤٠٦٤,٥٤٠٦٤,٥٤٠٦٤,٥٤٠٦٤,٥٤٠٦٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١,٠١١,٧١٢,١,٧٦١,٢٨٠,٢٨٠,٢٨٠,٢٨٠,٢٨٠,٢٨٠,٢٨٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢,٠٢٣,٤٢٤,٣,٥٢٢,٥٦٠,٥٦٠,٥٦٠,٥٦٠,٥٦٠,٥٦٠,٥٦٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٤,٠٤٦,٨٤٨,٧,٠٤٤,١,١٢٠,١,١٢٠,١,١٢٠,١,١٢٠,١,١٢٠,١,١٢٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٨,٠٩٢,١,٧٩٦,٢,٢٤٨,٢,٢٤٨,٢,٢٤٨,٢,٢٤٨,٢,٢٤٨,٢,٢٤٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٦,١٨٤,٣,٥٩٢,٤,٤٩٦,٤,٤٩٦,٤,٤٩٦,٤,٤٩٦,٤,٤٩٦,٤,٤٩٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٣٢,٣٦٨,٧,١٨٤,٨,٩٩٢,٨,٩٩٢,٨,٩٩٢,٨,٩٩٢,٨,٩٩٢,٨,٩٩٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٦٤,٧٣٦,١٤,٣٦٨,١٧,٩٨٤,١٧,٩٨٤,١٧,٩٨٤,١٧,٩٨٤,١٧,٩٨٤,١٧,٩٨٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٢٩,٤٧٢,٢٨,٧٣٦,٣٥,٩٦٨,٣٥,٩٦٨,٣٥,٩٦٨,٣٥,٩٦٨,٣٥,٩٦٨,٣٥,٩٦٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٥٨,٩٤٤,٥٧,٤٧٢,٧١,٩٣٦,٧١,٩٣٦,٧١,٩٣٦,٧١,٩٣٦,٧١,٩٣٦,٧١,٩٣٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٥١٧,٨٨٨,١١٤,٩٤٤,١٤٣,٨٧٢,١٤٣,٨٧٢,١٤٣,٨٧٢,١٤٣,٨٧٢,١٤٣,٨٧٢,١٤٣,٨٧٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١,٠٣٥,٧٧٦,٢٢٩,٧٦٨,٢٨٧,٧٦٨,٢٨٧,٧٦٨,٢٨٧,٧٦٨,٢٨٧,٧٦٨,٢٨٧,٧٦٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢,٠٧١,٥٥٢,٤٥٩,٥٣٦,٥٧٤,٥٣٦,٥٧٤,٥٣٦,٥٧٤,٥٣٦,٥٧٤,٥٣٦,٥٧٤,٥٣٦,٥٧٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٤,١٤٢,١,١٠٤,٩١٨,١,١٠٤,٩١٨,١,١٠٤,٩١٨,١,١٠٤,٩١٨,١,١٠٤,٩١٨,١,١٠٤,٩١٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٨,٢٨٤,٢,٢٠٨,١,٨٣٦,٢,٢٠٨,١,٨٣٦,٢,٢٠٨,١,٨٣٦,٢,٢٠٨,١,٨٣٦,٢,٢٠٨,١,٨٣٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٦,٥٦٨,٤,٤١٦,٣,٦٧٢,٣,٦٧٢,٣,٦٧٢,٣,٦٧٢,٣,٦٧٢,٣,٦٧٢,٣,٦٧٢,٣,٦٧٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٣٣,١٣٦,٨,٨٣٢,٧,٣٤٤,٧,٣٤٤,٧,٣٤٤,٧,٣٤٤,٧,٣٤٤,٧,٣٤٤,٧,٣٤٤,٧,٣٤٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٦٦,٢٧٢,١٧,٦٦٤,١٤,٦٨٨,١٤,٦٨٨,١٤,٦٨٨,١٤,٦٨٨,١٤,٦٨٨,١٤,٦٨٨,١٤,٦٨٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٣٢,٥٤٤,٣٥,٣٢٨,٢٩,٣٧٦,٢٩,٣٧٦,٢٩,٣٧٦,٢٩,٣٧٦,٢٩,٣٧٦,٢٩,٣٧٦,٢٩,٣٧٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٦٥,٠٨٨,٧٠,٦٥٦,٥٨,٧٥٢,٥٨,٧٥٢,٥٨,٧٥٢,٥٨,٧٥٢,٥٨,٧٥٢,٥٨,٧٥٢,٥٨,٧٥٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٥٣٠,١٧٦,١٤٠,١٣٢,١١٦,١١٦,١١٦,١١٦,١١٦,١١٦,١١٦,١١٦,١١٦,١١٦,١١٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١,٠٦٠,٣٥٢,٢٨٠,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٢٦٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢,١٢٠,٧٠٤,٥٦٠,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٥٢٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٤,٢٤٠,١,٤٠٨,١,١١٦,١,١١٦,١,١١٦,١,١١٦,١,١١٦,١,١١٦,١,١١٦,١,١١٦,١,١١٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٨,٤٨٠,٢,٨١٦,٢,٢٣٢,٢,٢٣٢,٢,٢٣٢,٢,٢٣٢,٢,٢٣٢,٢,٢٣٢,٢,٢٣٢,٢,٢٣٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٦,٩٦٠,٥,٦٣٢,٤,٤٦٤,٤,٤٦٤,٤,٤٦٤,٤,٤٦٤,٤,٤٦٤,٤,٤٦٤,٤,٤٦٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٣٣,٩٢٠,١١,٢٦٤,٩,٩٢٨,٩,٩٢٨,٩,٩٢٨,٩,٩٢٨,٩,٩٢٨,٩,٩٢٨,٩,٩٢٨,٩,٩٢٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٦٧,٨٤٠,٢٢,٥٢٨,١٩,٨٥٦,١٩,٨٥٦,١٩,٨٥٦,١٩,٨٥٦,١٩,٨٥٦,١٩,٨٥٦,١٩,٨٥٦,١٩,٨٥٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٣٥,٦٨٠,٤٥,١٠٥٦,٣٩,٧١٢,٣٩,٧١٢,٣٩,٧١٢,٣٩,٧١٢,٣٩,٧١٢,٣٩,٧١٢,٣٩,٧١٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٧١,٣٦٠,٩٠,٢١١٢,٧٨,١٤٢٤,٧٨,١٤٢٤,٧٨,١٤٢٤,٧٨,١٤٢٤,٧٨,١٤٢٤,٧٨,١٤٢٤,٧٨,١٤٢٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٥٤٢,٧٢٠,١٨٠,٣,٦٢٤,١٥٦,٣,٦٢٤,١٥٦,٣,٦٢٤,١٥٦,٣,٦٢٤,١٥٦,٣,٦٢٤,١٥٦,٣,٦٢٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١,٠٨٥,٤٤٠,٣,٦٢٤,٣,٦٢٤,٣,٦٢٤,٣,٦٢٤,٣,٦٢٤,٣,٦٢٤,٣,٦٢٤,٣,٦٢٤,٣,٦٢٤,٣,٦٢٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢,١٧٠,٨٨٠,٧,٢٤٨,٧,٢٤٨,٧,٢٤٨,٧,٢٤٨,٧,٢٤٨,٧,٢٤٨,٧,٢٤٨,٧,٢٤٨,٧,٢٤٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٤,٣٤٠,١,٤٤٨,١,٤٤٨,١,٤٤٨,١,٤٤٨,١,٤٤٨,١,٤٤٨,١,٤٤٨,١,٤٤٨,١,٤٤٨,١,٤٤٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٨,٦٨٠,٢,٨٩٦,٢,٨٩٦,٢,٨٩٦,٢,٨٩٦,٢,٨٩٦,٢,٨٩٦,٢,٨٩٦,٢,٨٩٦,٢,٨٩٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٧,٣٦٠,٥,٧٩٢,٥,٧٩٢,٥,٧٩٢,٥,٧٩٢,٥,٧٩٢,٥,٧٩٢,٥,٧٩٢,٥,٧٩٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٣٤,٧٢٠,١١,٥٨٤,١١,٥٨٤,١١,٥٨٤,١١,٥٨٤,١١,٥٨٤,١١,٥٨٤,١١,٥٨٤,١١,٥٨٤,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٦٩,٤٤٠,٢٢,١١٦٨,٢٢,١١٦٨,٢٢,١١٦٨,٢٢,١١٦٨,٢٢,١١٦٨,٢٢,١١٦٨,٢٢,١١٦٨,٢٢,١١٦٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٣٨,٨٨٠,٤٤,٢٣٣٦,٤٤,٢٣٣٦,٤٤,٢٣٣٦,٤٤,٢٣٣٦,٤٤,٢٣٣٦,٤٤,٢٣٣٦,٤٤,٢٣٣٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٧٧,٧٦٠,٨٨,٣,٦٨٠,٨٨,٣,٦٨٠,٨٨,٣,٦٨٠,٨٨,٣,٦٨٠,٨٨,٣,٦٨٠,٨٨,٣,٦٨٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٥٥٥,٥٢٠,١٧٦,٧,٣٦٠,١٧٦,٧,٣٦٠,١٧٦,٧,٣٦٠,١٧٦,٧,٣٦٠,١٧٦,٧,٣٦٠,١٧٦,٧,٣٦٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١,١١١,١,٠٤٠,١,٠٤٠,١,٠٤٠,١,٠٤٠,١,٠٤٠,١,٠٤٠,١,٠٤٠,١,٠٤٠,١,٠٤٠,١,٠٤٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢,٢٢٢,٢,٠٨٠,٢,٠٨٠,٢,٠٨٠,٢,٠٨٠,٢,٠٨٠,٢,٠٨٠,٢,٠٨٠,٢,٠٨٠,٢,٠٨٠,٢,٠٨٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٤,٤٤٤,٤,١٦٠,٤,١٦٠,٤,١٦٠,٤,١٦٠,٤,١٦٠,٤,١٦٠,٤,١٦٠,٤,١٦٠,٤,١٦٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٨,٨٨٨,٨,٣٢٠,٨,٣٢٠,٨,٣٢٠,٨,٣٢٠,٨,٣٢٠,٨,٣٢٠,٨,٣٢٠,٨,٣٢٠,٨,٣٢٠,٨,٣٢٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٧,٧٧٦,١٦,٦٤٠,١٦,٦٤٠,١٦,٦٤٠,١٦,٦٤٠,١٦,٦٤٠,١٦,٦٤٠,١٦,٦٤٠,١٦,٦٤٠,١٦,٦٤٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٣٥,٥٥٢,٣٢,١٢٨٠,٣٢,١٢٨٠,٣٢,١٢٨٠,٣٢,١٢٨٠,٣٢,١٢٨٠,٣٢,١٢٨٠,٣٢,١٢٨٠,٣٢,١٢٨٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٧١,١٠٤,٦٤,٢٥٦٠,٦٤,٢٥٦٠,٦٤,٢٥٦٠,٦٤,٢٥٦٠,٦٤,٢٥٦٠,٦٤,٢٥٦٠,٦٤,٢٥٦٠,٦٤,٢٥٦٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:١٤٢,٢٠٨,١٢٨,٥,١١٢,١٢٨,٥,١١٢,١٢٨,٥,١١٢,١٢٨,٥,١١٢,١٢٨,٥,١١٢,١٢٨,٥,١١٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
١:٢٨٤,٤١٦,٢٥٦,١٠,٢٢٤,٢٥٦,١٠,٢٢٤,٢٥٦,١٠,٢٢٤,٢٥٦,١٠,٢٢٤,٢٥٦,١٠,٢٢٤,٢٥٦,١٠,

اسبانيا والبرتغال : الصناعة

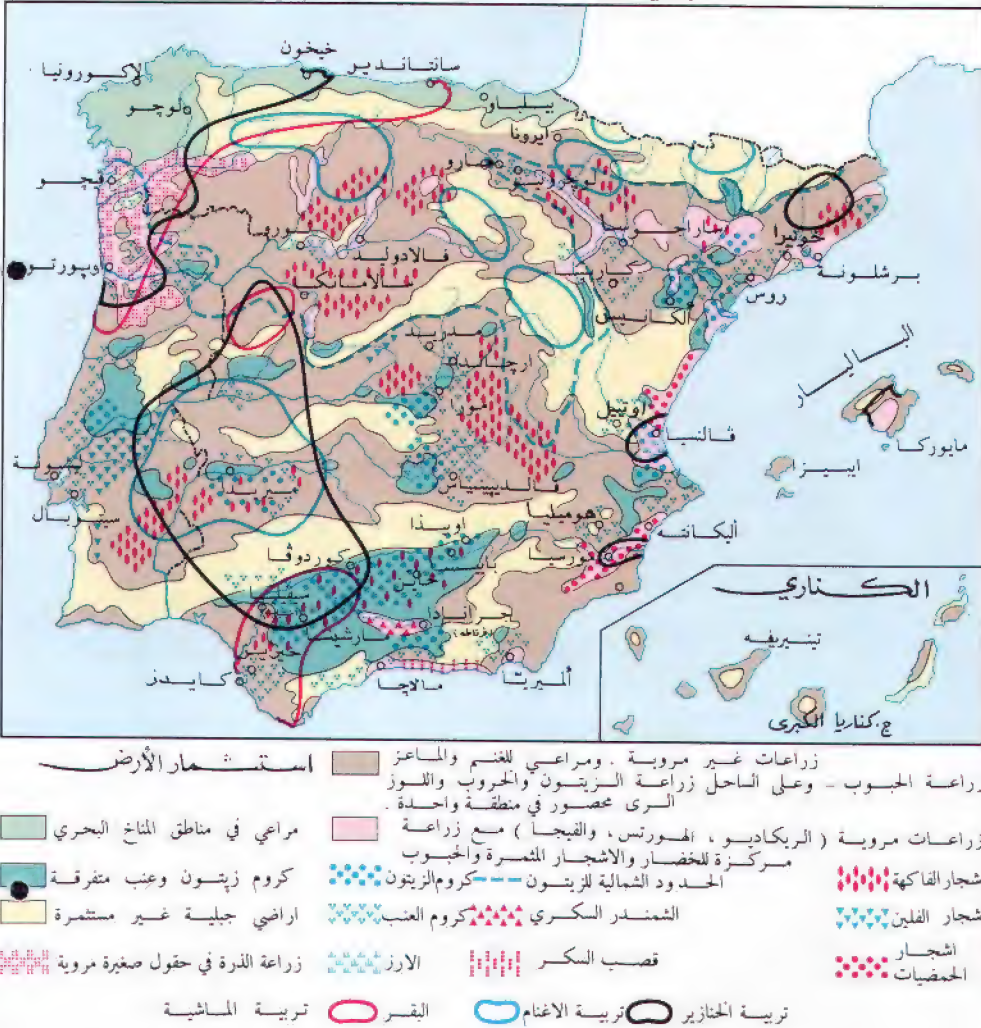


اسپانیا: قصر الاسکوریال .



اسبانيا: مشهد للمدينة من قصر مالاچا.

اسبانيا والبرتغال : الزراعة



اسبانيا: مزرعة في مدينة لوجار.



اسبانيا: مشهد لجبال الپيرينيه من مدينة أینسا.



اسبانيا: مشهد داخلي للجامع في مدينة كوردوفا.



اسبانيا: متنزه ريتيرو في مدريد.



اسبانيا: مشهد لمدينة سبيل.



اسبانيا: مشهد لمدينة ألكازار.



اسبانيا: قصر اسبانا.



اسبانيا: مشهد لمصارعة الثيران.

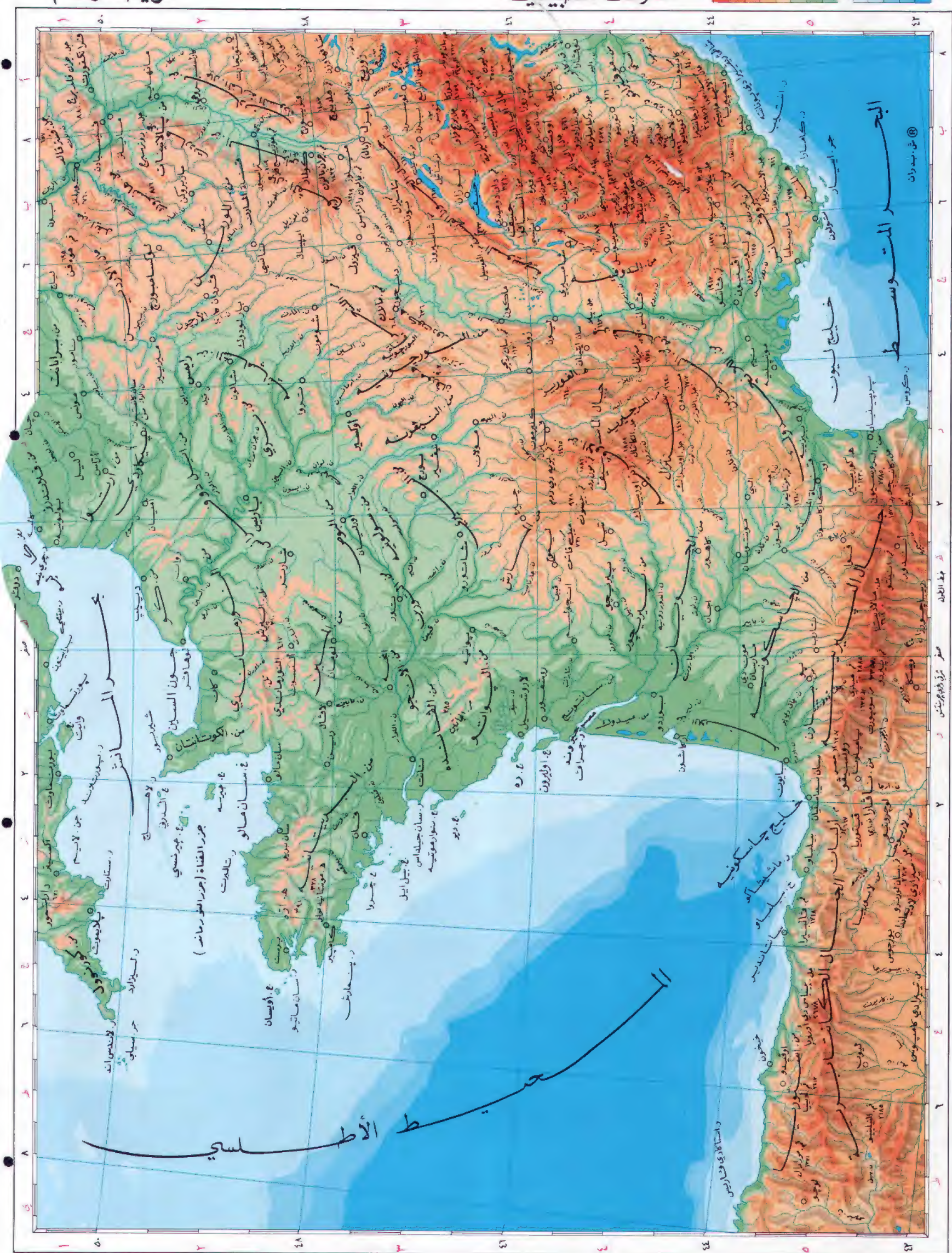


اسبانيا: منزل تقليدي في مدينة موراريا.



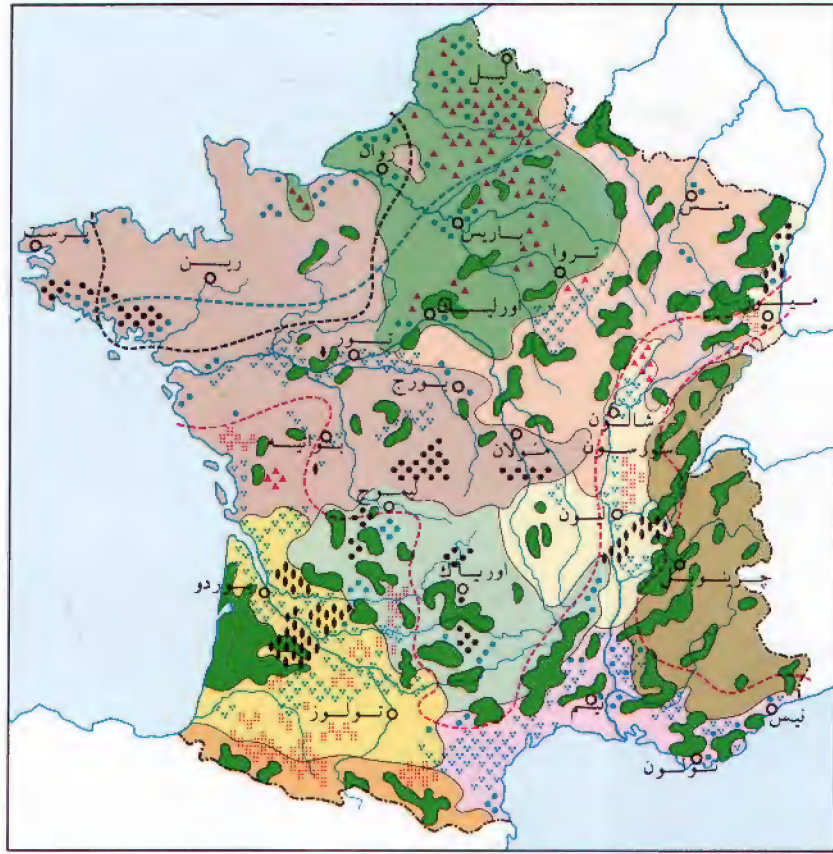
اسبانيا: حديقة القصر الحمراء في جرانادا.

خريطة رقم ۳۱



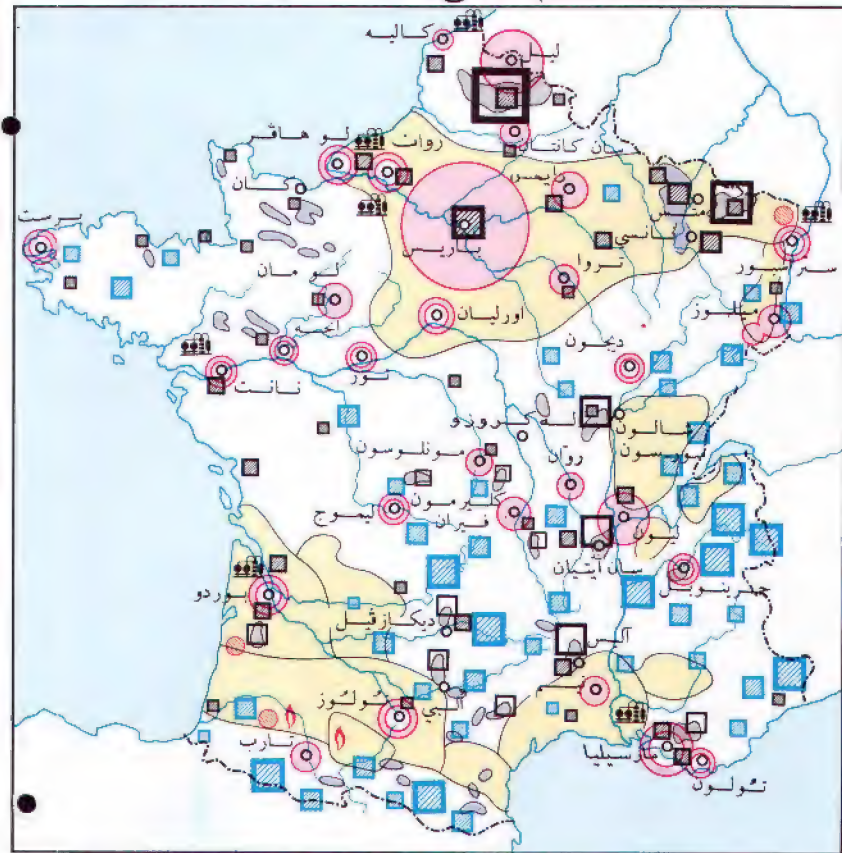


فرنسا: الزراعة



- زراعات متوسطة : خضار وفواكه الجنوب
- زراعة الحبوب والكرمة والتبغ في الجنوب الغربي الأطلسي
- مراعي وتربية الماشية في المرتفعات الوسطى (الماسيف سنترال)
- زراعة الحبوب وتربية الماشية في مناطق الغابات والمرتفعات
- مناطق زراعة الكرمة الكثيفة
- تربية ماشية وغابات في جبال الألب وجبال البيرينيه
- الحدود الشمالية لزراعة السدرة
- مناطق زراعة الكرمة الكثيفة
- شمنلر
- ذرة
- بطاطا
- كرمة
- غابات

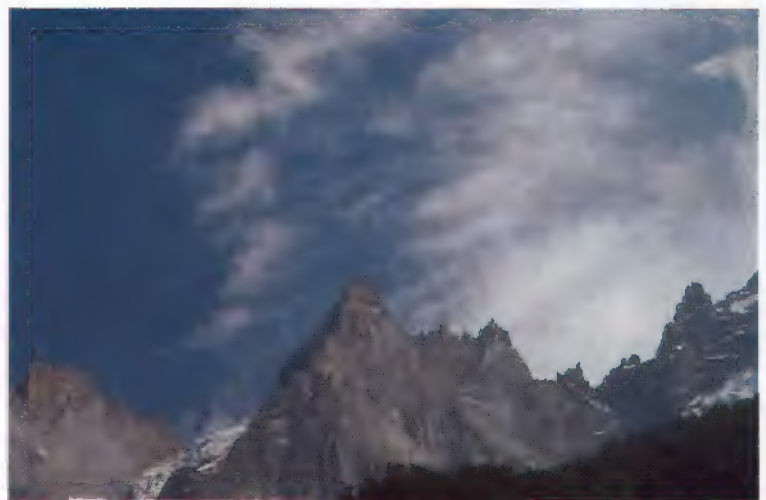
فرنسا: المناجم، منابع الطاقة والصناعة



- مناجم الفحم الحجري
- يشمل المربع الانتاج المعدني الاجمالي
- حقول المواد المتهمة ومراكز استخراجها
- مناجم الحديد
- محطات كهرباء مائية
- محطات كهرباء حرارية
- مدن كبيرة ذات صبغة صناعية
- مدن ذات صناعات مهمة
- كل دائرة تتناسب مع عدد السكان
- مضايق بترولية
- غاز طبيعي
- تتناسب مساحة الرمز مع اهمية القوة المركبة



فرنسا: قصر صغير قرب بحيرة أنيسي.



فرنسا: قمة المون بلان في جبال الألب.



فرنسا: مشهد لمدينة سان ترويز.



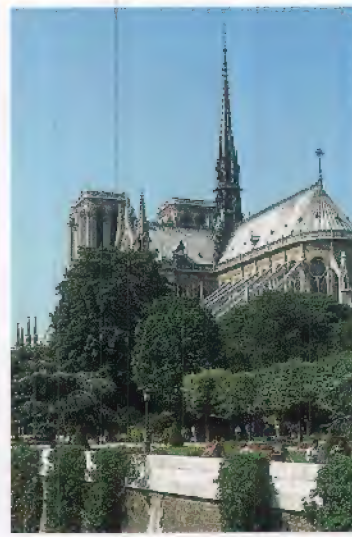
فرنسا: قناة بحرية في مرفأ جريمو.



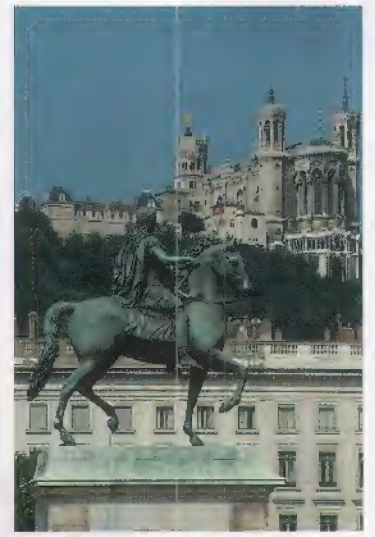
برج إيفل في باريس .



مشهد ليلي لكنيسة القلب الأقدس في باريس .



كنيسة نوتردام في باريس .



تمثال الملك لويس الرابع عشر في مدينة ليون .



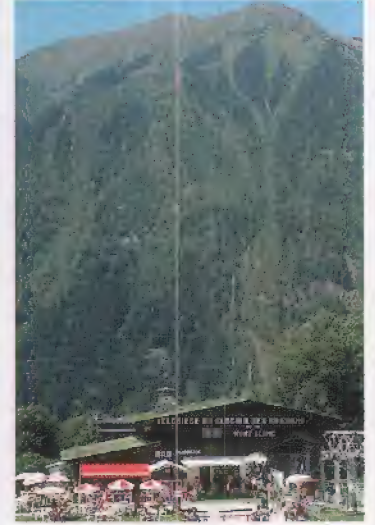
دار الاوبرا .



ساحة مدينة أنيسي .



حديقة الزهور في منطقة سافوا العليا .



مدينة شامونكس السياحية في أسفل الجبل .



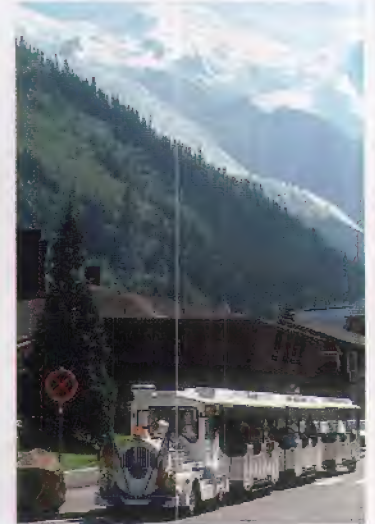
استراحة على حافة قناة في إكس لي بان .



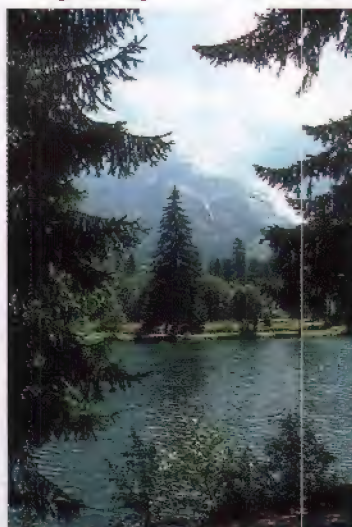
مشهد لمقهى باريس .



مشهد لشباك أثري .



قطار للأطفال في مدينة شامونكس .



مشهد بجانب مدينة شامونكس .



مشهد لهندسة قناة في أنيسي .



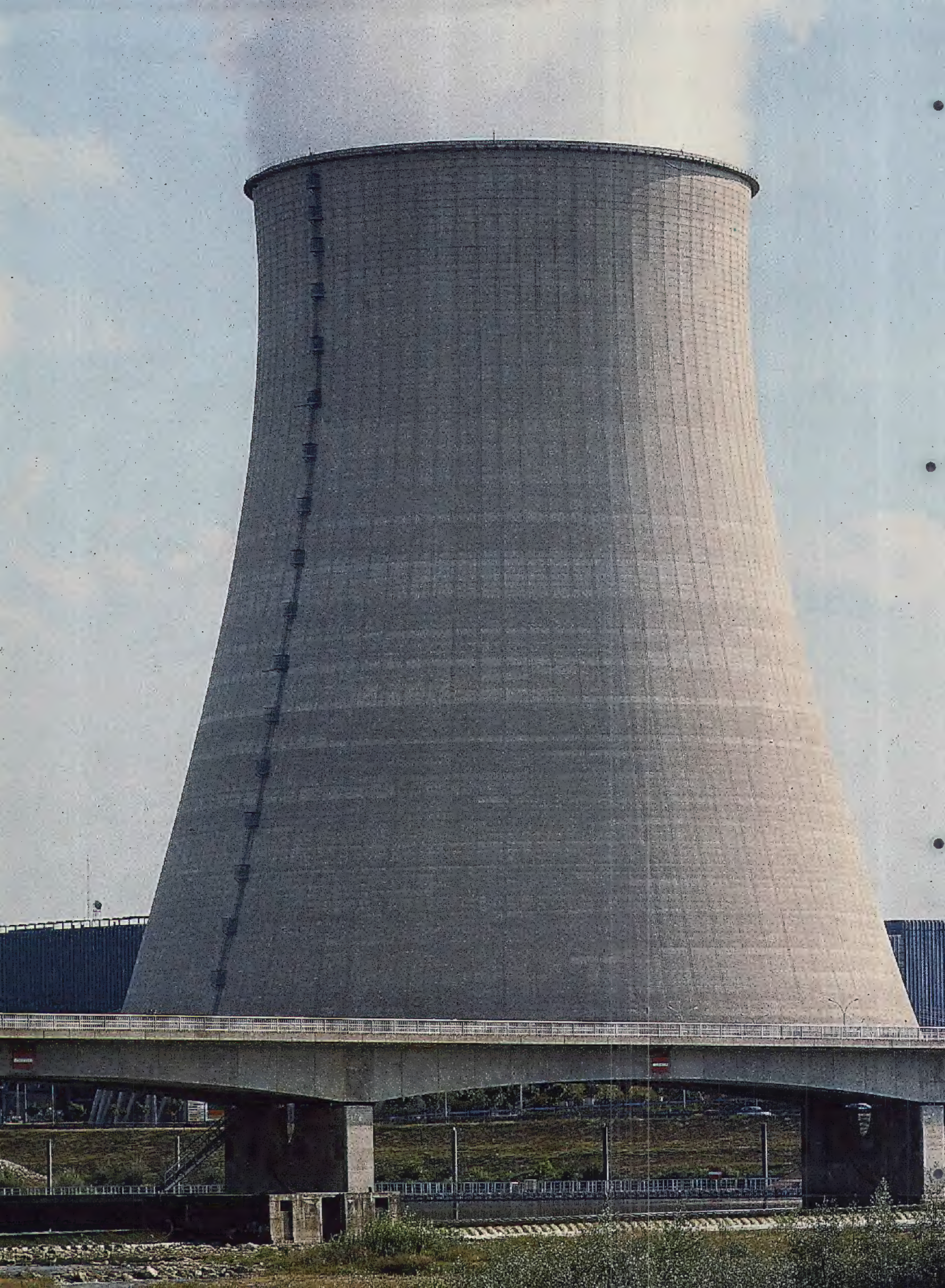
نافورة في جانب قصر أنيسي .



مشهد لقمة المون بلان .

فرنسا: مصنع حراري لتوليد الطاقة الكهربائية في بوردو لوار











المملكة المتحدة: قناة يونيون في شستر.



المملكة المتحدة: مشهد لبحيرة انجليزية.



المملكة المتحدة: قصر دولبادارن في مقاطعة ويلز.



المملكة المتحدة: مشهد لمرفأ دو كلاند.

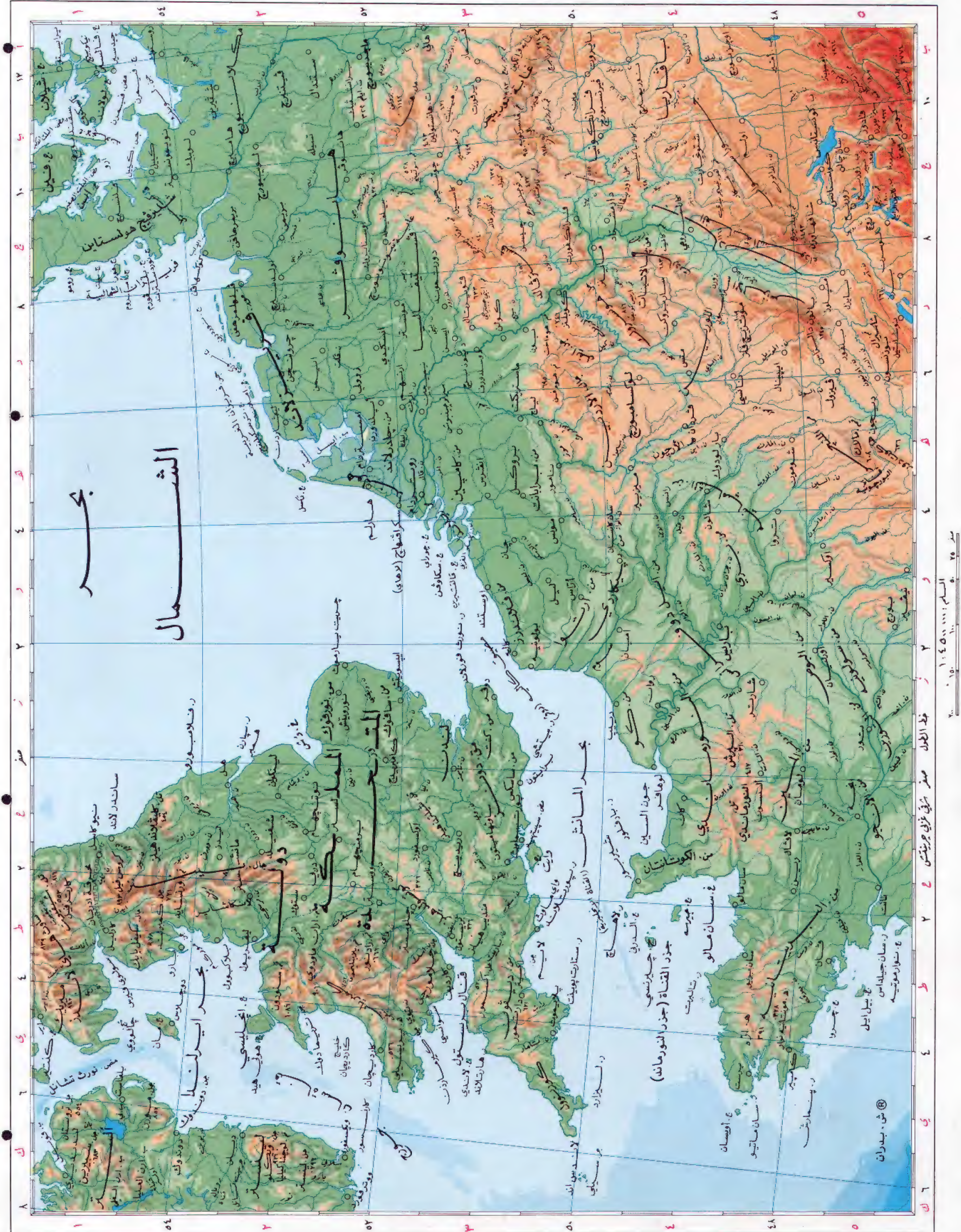
٦١٠ و ٩١٥ متراً. وتشهد الهاي لاندز، إلى الجنوب الشرقي من الوادي الكبير، طوبوغرافيا شديدة التنوع. وتخرق جبال جروامبيان، وهي أهم نظام جبلي في اسكتلندا، هذه المنطقة. ويصل ارتفاع قمة بن نيفيس، التي هي أعلى قمة فيها وفي بريطانيا العظمى كلها، إلى ١٣٤٣ متراً.

المنطقة التي تشهد أقل كثافة سكانية في اسكتلندا. ويقسم منخفض، يُعرف بجبل مور أو الجبل الكبير (الوادي الكبير)، المنطقة إلى قسمين، ويمتد هذا المنخفض من موراي فيرث إلى لوك لينيه. وإلى الشمال الغربي من المنخفض، ترتفع قمم شديدة التأكل ذات ارتفاعات متساوية إلى حد بعيد، تتراوح بين

من سلاسل جبلية متوازية، تمتد في اتجاه عام من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، وتقضيها وديان ووهاد عميقة، وهي معروفة بعظمة مشاهدتها الطبيعية. وتكثر في الهاي لاندز الأجراف الشديدة التحذر والهضاب السبخية والبحيرات الجبلية والأرقة البحرية والجداول السريعة الجريان والأجمات الكثيفة، وهي

إن أرض اسكتلندا جبلية في معظمها، لكن يمكن تقسيمها إلى ثلاث مناطق مستقلة، من الشمال إلى الجنوب: نورث هاي لاندز، ولولاندز، وساوث هاي لاندز. تشغل هاي لاندز أكثر من نصف مساحة اسكتلندا، وهي أكثر المناطق وعورة في جزيرة بريطانيا العظمى. وتتألف الهاي لاندز









هولندا: كنيسة فروينبورك التي شُيّدت سنة ١٦٧١ في مدينة دوردرخت.



هولندا: المركز البلدي الذي يرجع تاريخ بنائه الى القرن الخامس عشر.

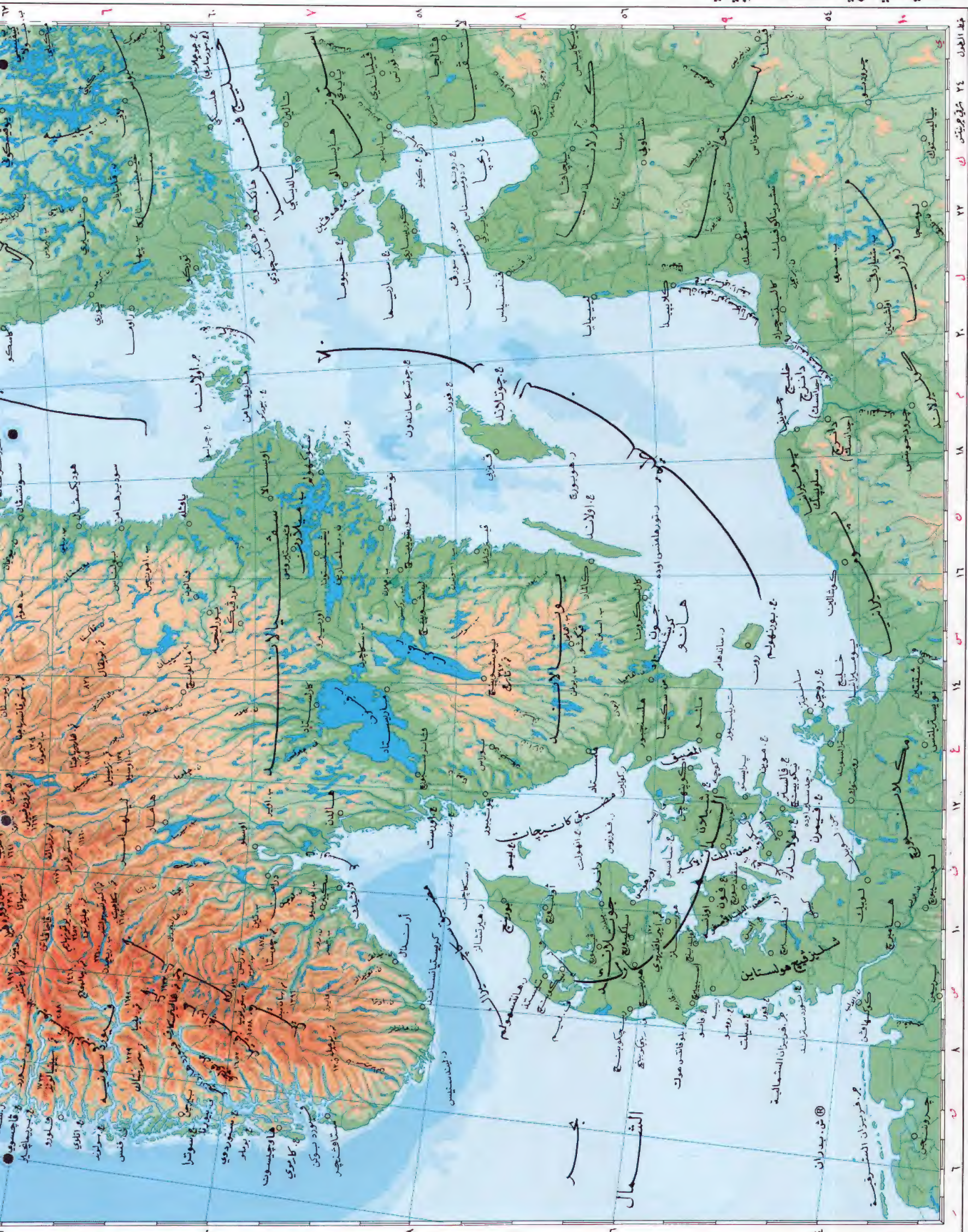


هولندا: البواخر السياحية في نهر امستل في امستردام.

(الى اليمين) مدينة روتردام - نسبة إلى الرين الذي تقع على أحد روافده - تعتبر أكبر مرفأء العالم رغم بعدها مسافة ١٨ كم عن البحر، ويشكل البترول النسبة الكبرى من البضائع المستوردة. ليست روتردام مرفأً هولندا الرئيسيّ فحسب، بل وبؤابة أوروبا أيضاً. فقسم كبير من تجارة ألمانيا وسويسرا والنمسا يتم عبرها.



اسکندیا قیا و ایسلاند الطبیعیة



۱:۵۰۰۰۰۰
۰ ۵۰ ۱۰۰ ۱۵۰ ۲۰۰ ۲۵۰
کیلومتر



المحيط المتجمد الشمالي

المحيط الأطلسي

الارض القطبية

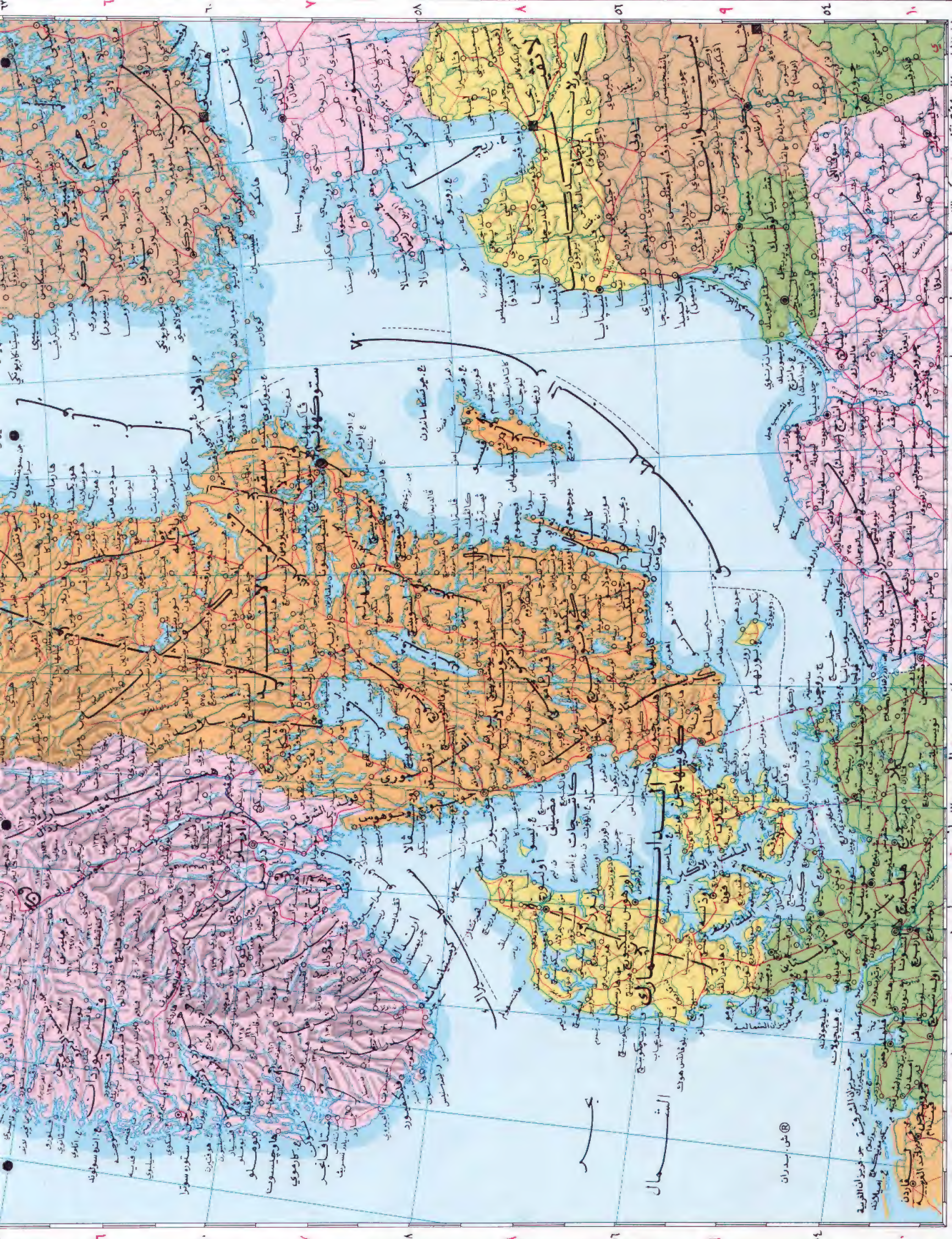
البحر

بحر قزوين

بحر قزوين

بحر قزوين

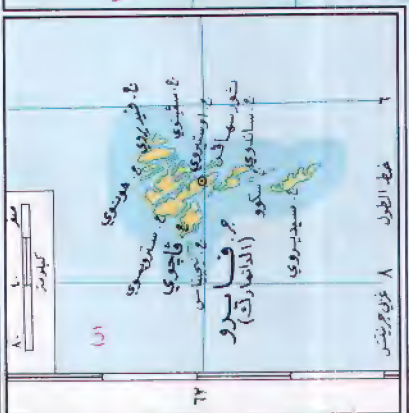
بحر قزوين

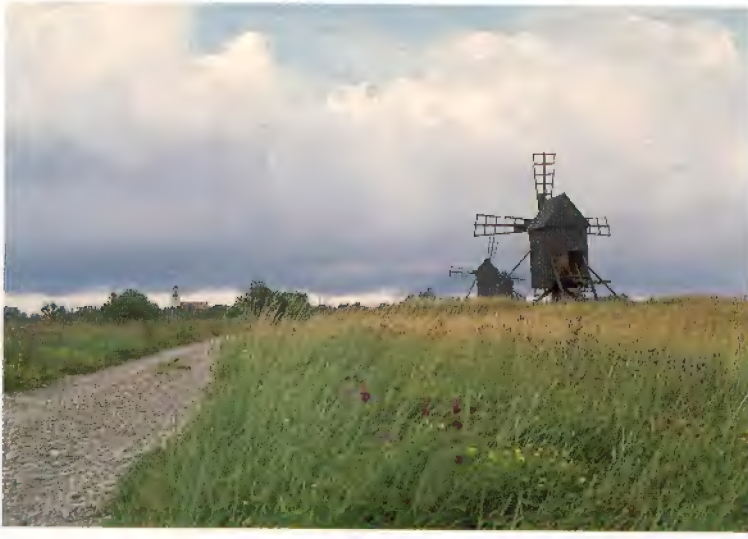




البحر الأبيض المتوسط

الأطلس





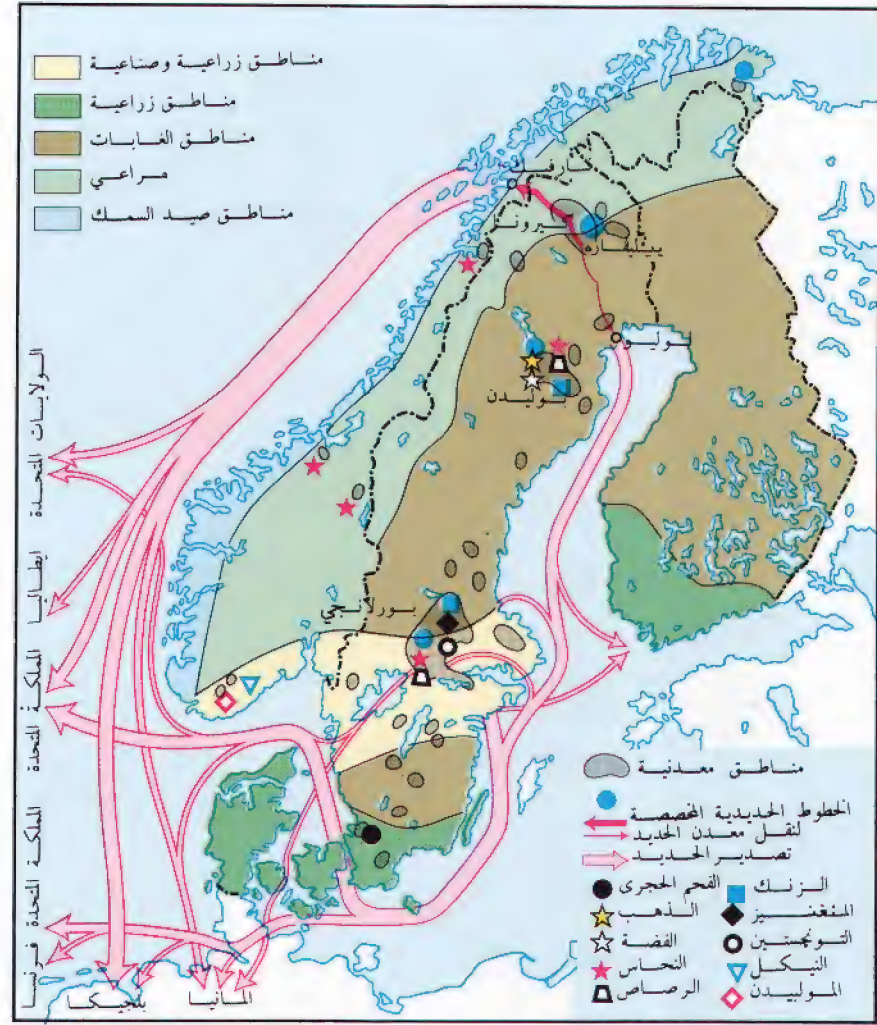
السويد: طاحونة هوائية في جزيرة اولاند.



السويد: بواخر راسية في ميناء جوتنبرج.



الدانمارك: قصر روزنبيرج في كوبنهاجن.



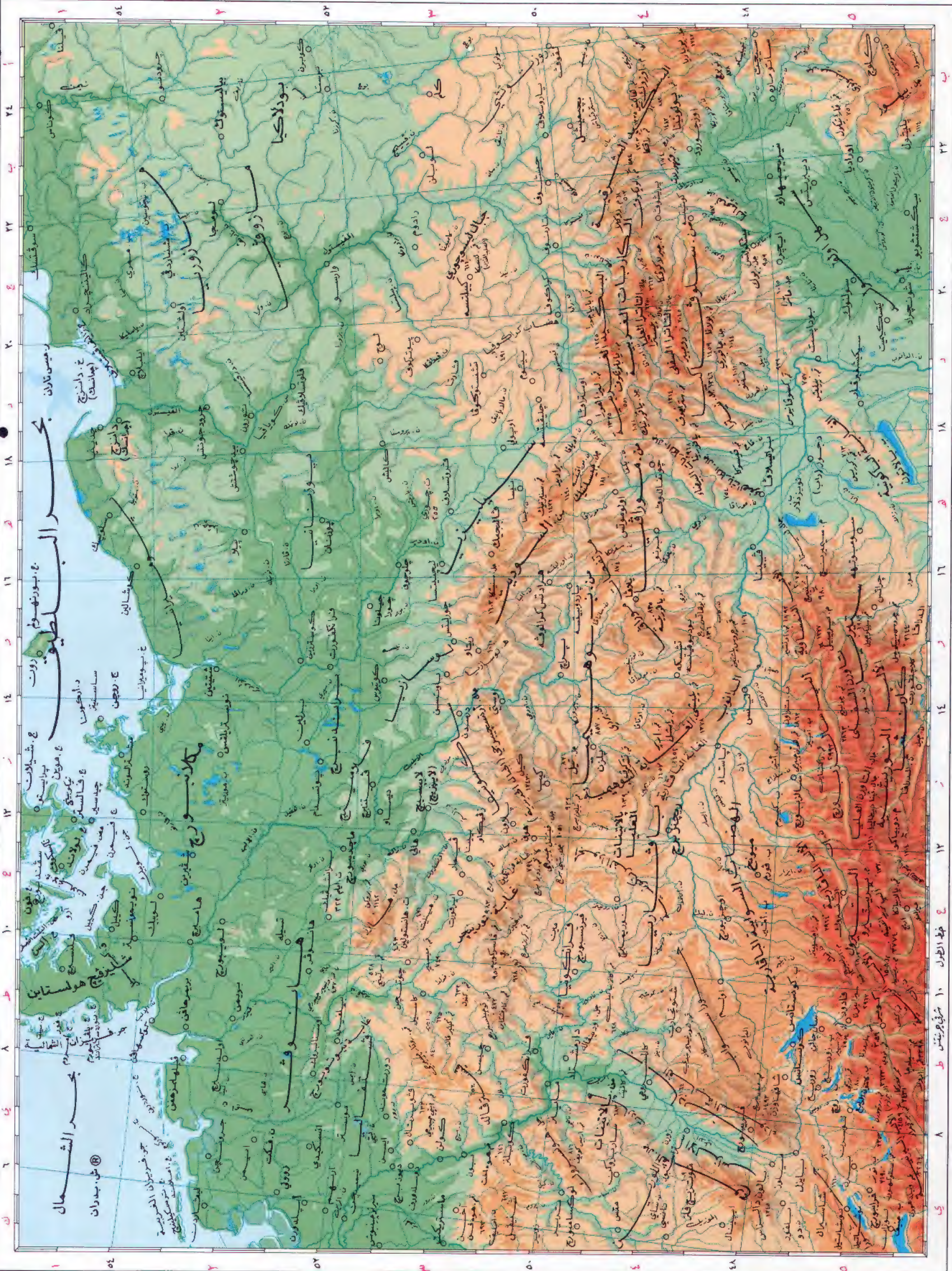
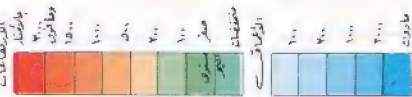
الحركة البركانية هي طابع جيولوجي مميز في جزيرة آيسلندا التي يقع فيها عدد هائل من البراكين الهامدة والحية. إلى جانب هذه البراكين، توجد حركات بركانية جانبية تتمثل بالينابيع الكبريتية والمائية الحارة (حتى ١٠٠ درجة) التي يبلغ عددها حوالي ٦٠٠ ينبوع متفجر. وظّفت الحكومة هذه الظاهرة من المياه الحارة في التدفئة المركزية. وهي تجري الآن دراسات لتحويل الطاقة الحرارية هذه إلى طاقة كهربائية. في الصورة، منظر للنافورة الكبرى التي تعتبر أهم معالم آيسلندا السياحية (أكبر نوافير العالم الطبيعية).

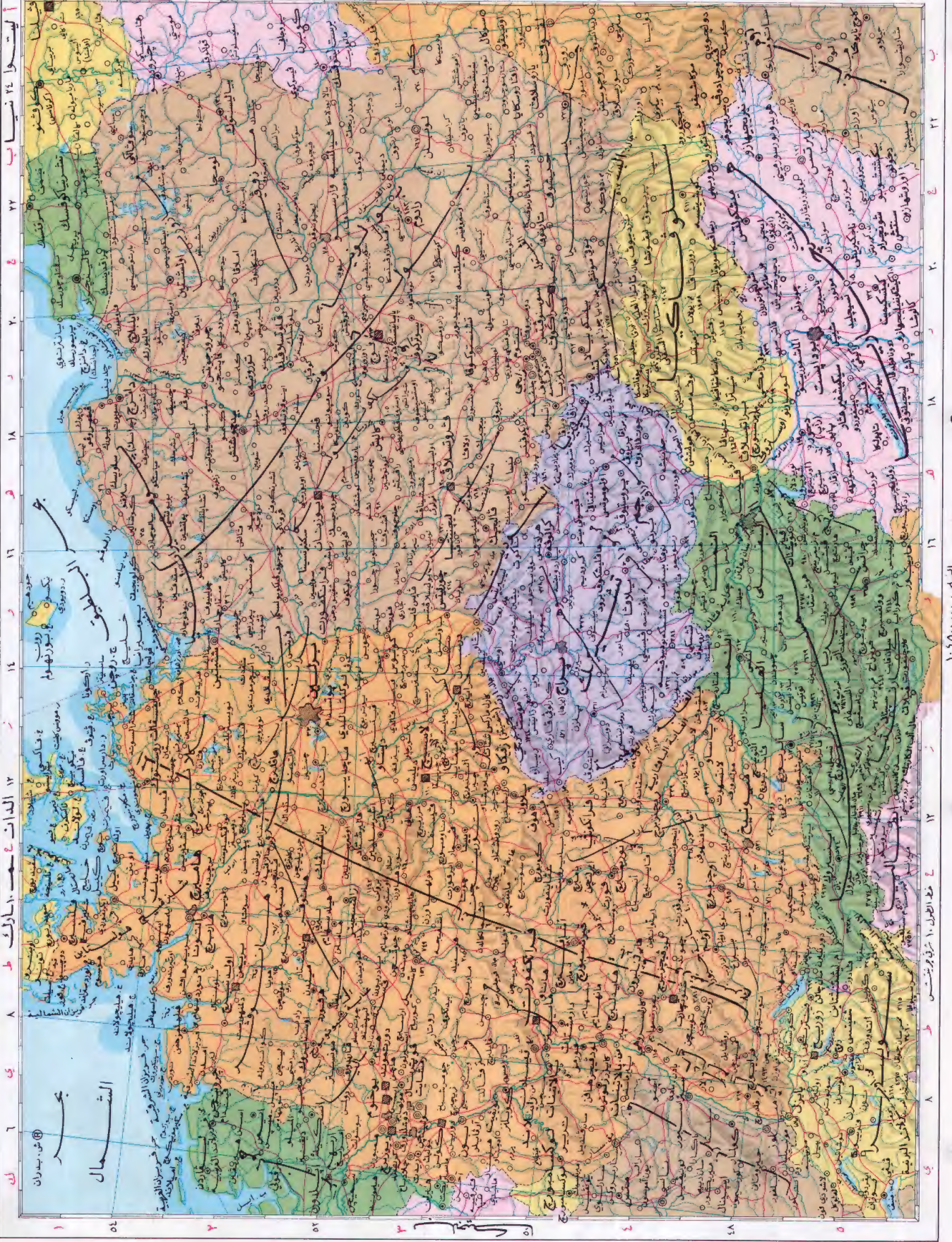


السويد: مشهد للبنك المركزي في مدينة ستوكهولم.

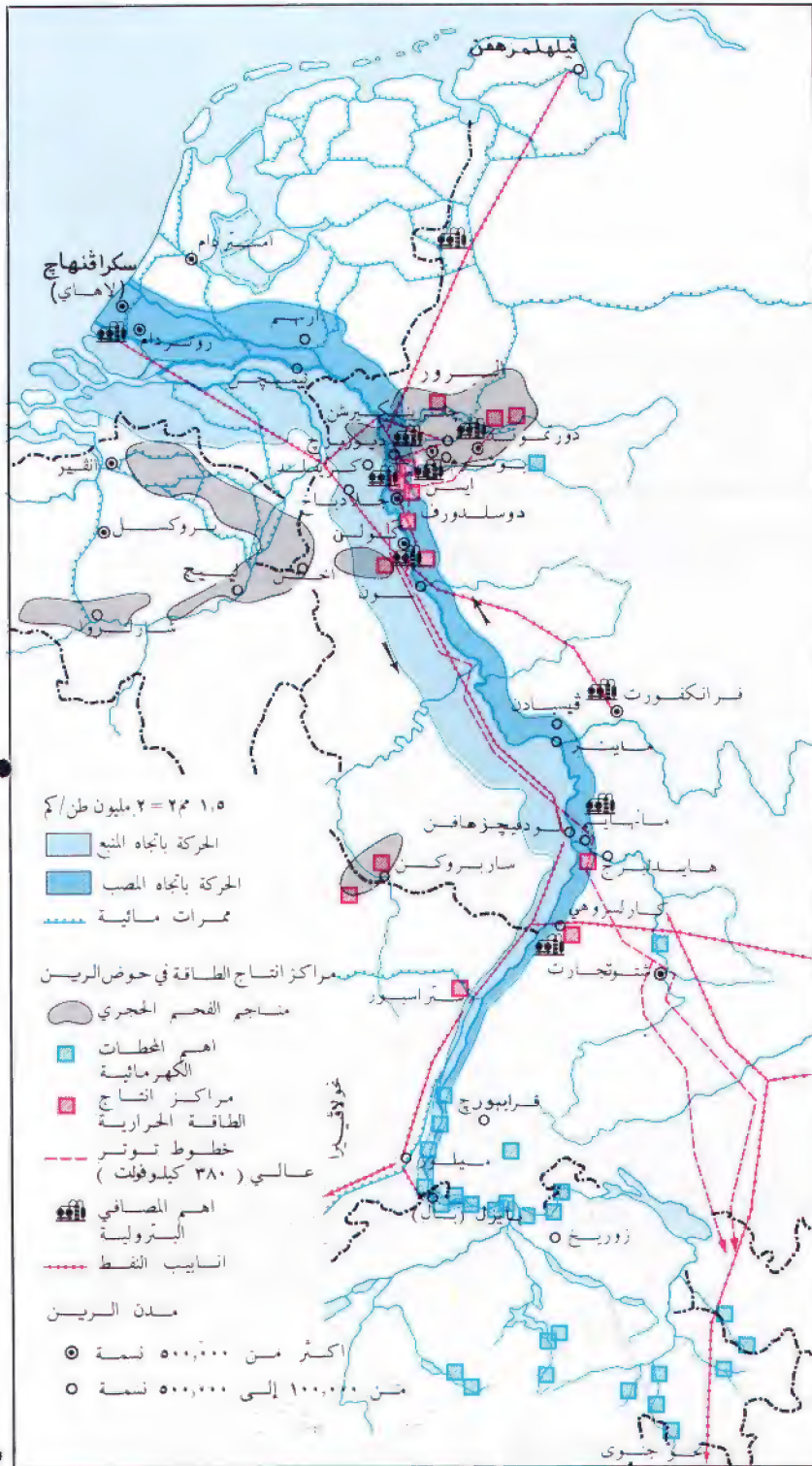


الدانمارك: مشهد للأبنية والبواخر في نهر نيهافن في مدينة كوبنهاغن.





حوض نهر الرين: الاقتصاد



المانيا: تمثال الملك الذهبي في برلين.



المانيا: آثار تمثل الحمامات الملكية الرومانية في تريير.



بولونيا: آثار حائط قصر مالبورك في عهد القرون الوسطى.

اورب الوسطى: تجمع الصناعات على الحدود السياسية للبلاد





جمهورية التشيك: مدينة براغ.



بولونيا: مشهد من مدينة وارسو.



رومانيا: مشهد من الرقص الفولكلوري الروماني.



رومانيا: إحدى القصور القديمة في مقاطعة ترانسيلفانيا.



بولونيا: مشهد من مدينة وارسو.



رومانيا: نساء تخزين في إحدى القرى.



رومانيا: مشهد للفلاحين في اللباس التقليدي في مدينة سوجاتاج.



بولونيا: عربة خيل تستعمل للنزهة.



رومانيا: مشهد من الرقص التقليدي.



رومانيا: سوق الماشية في مدينة سوچاتاچ.



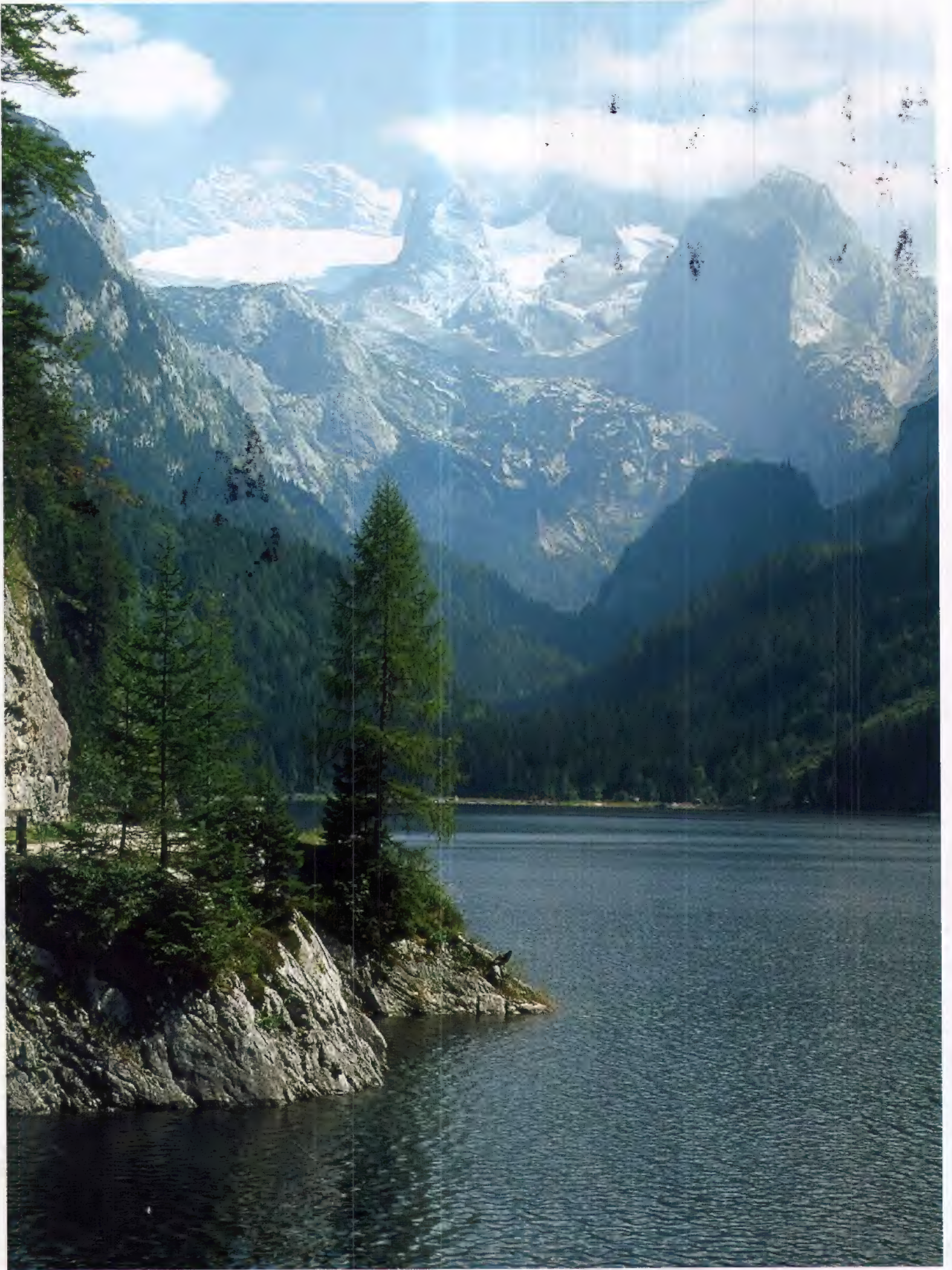
رومانيا: مدينة سيبو في مقاطعة ترانسيلفانيا.



رومانيا: انتاج المزارع في سوق مدينة بايا ماري.

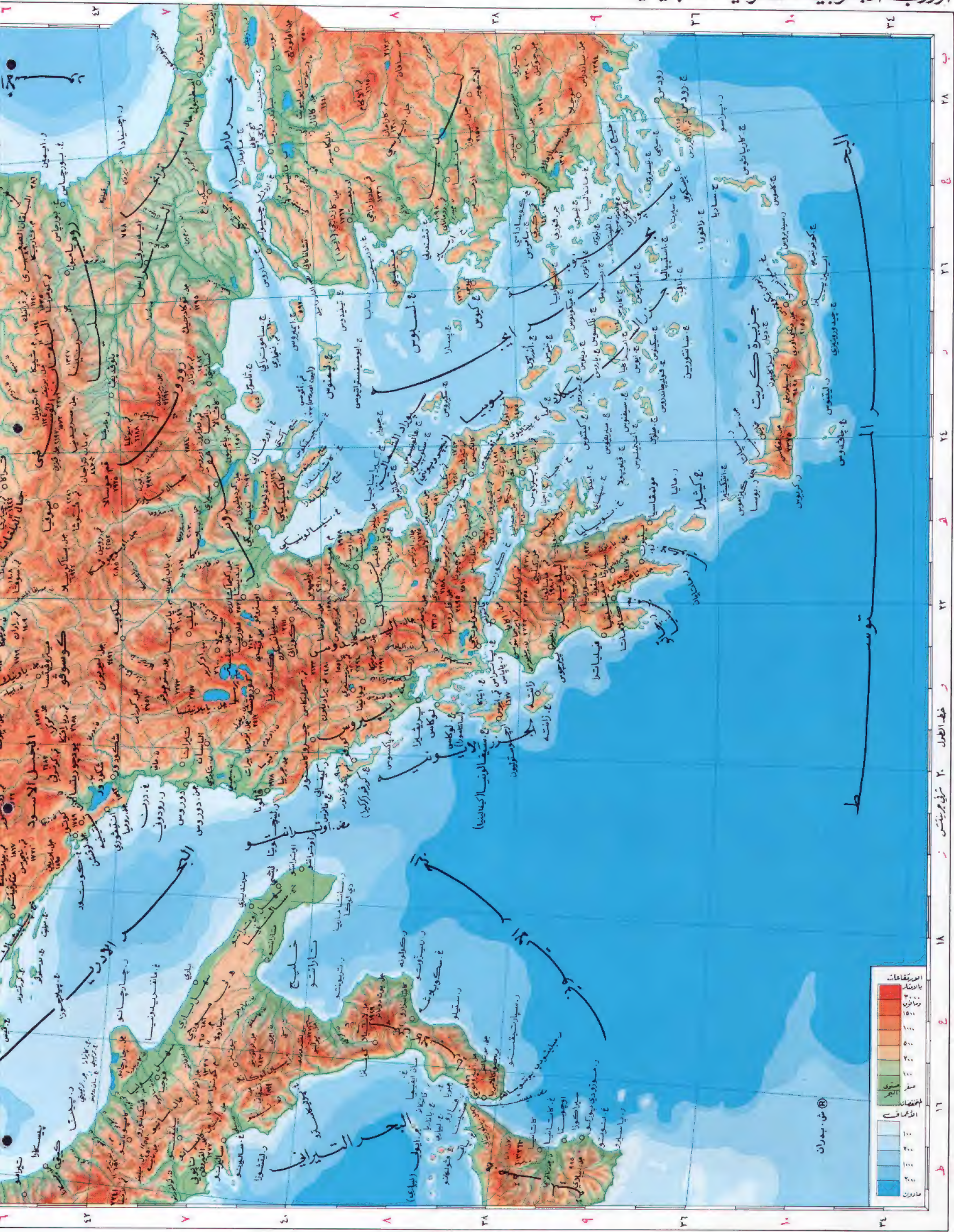


بولونيا: مرفأ لمدينة دانزچ (چدانسك)



النمسا: بحيرة چوزو في جبال داکشتاین .

أوروبا الجنوبية الشرقية الطبيعية



الارتفاعات

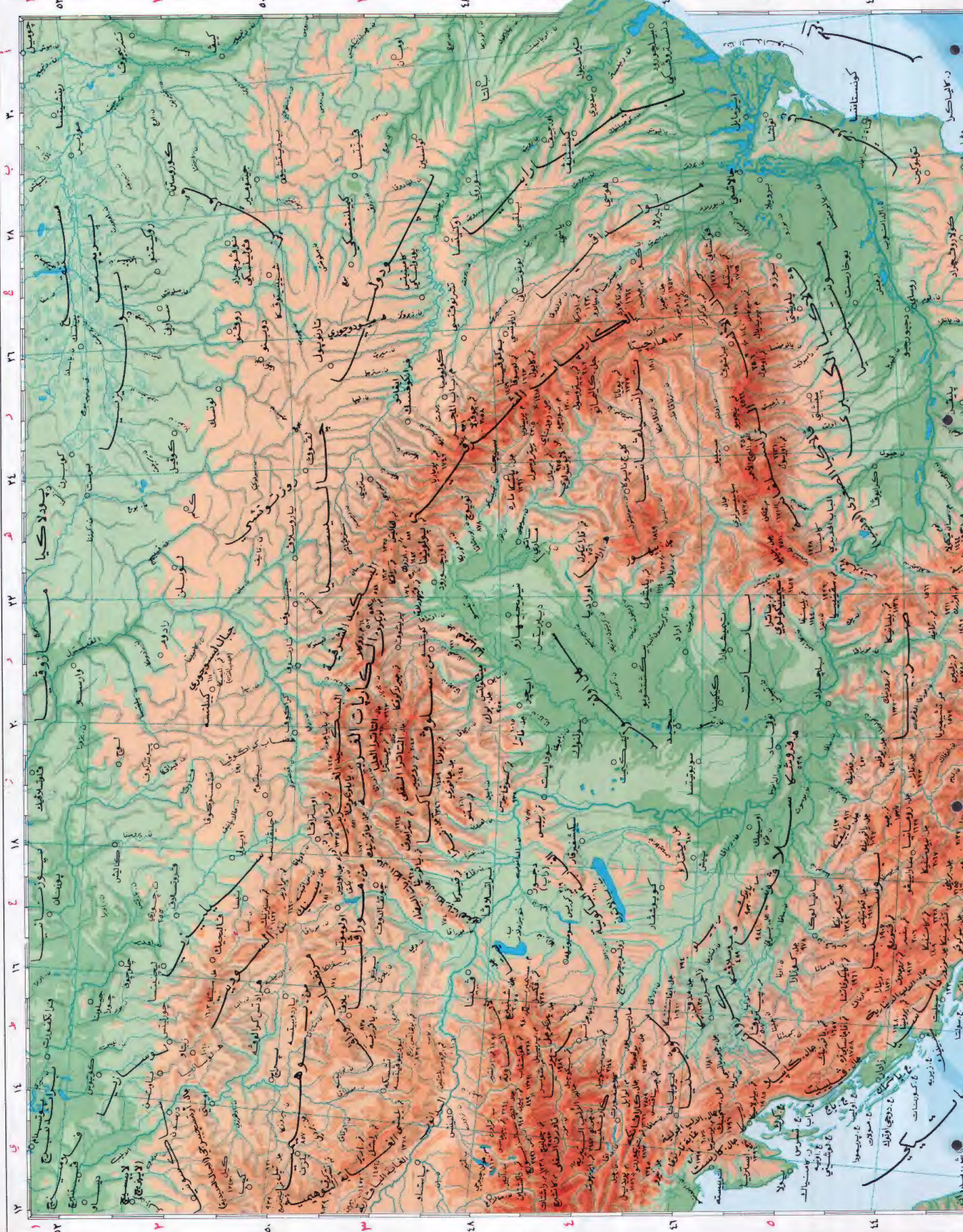
أكثر من 3000	3000 - 2000	2000 - 1000	1000 - 500	500 - 200	200 - 100	100 - 50	50 - 0
أكثر من 3000	3000 - 2000	2000 - 1000	1000 - 500	500 - 200	200 - 100	100 - 50	50 - 0

الارتفاعات

أكثر من 3000	3000 - 2000	2000 - 1000	1000 - 500	500 - 200	200 - 100	100 - 50	50 - 0
أكثر من 3000	3000 - 2000	2000 - 1000	1000 - 500	500 - 200	200 - 100	100 - 50	50 - 0

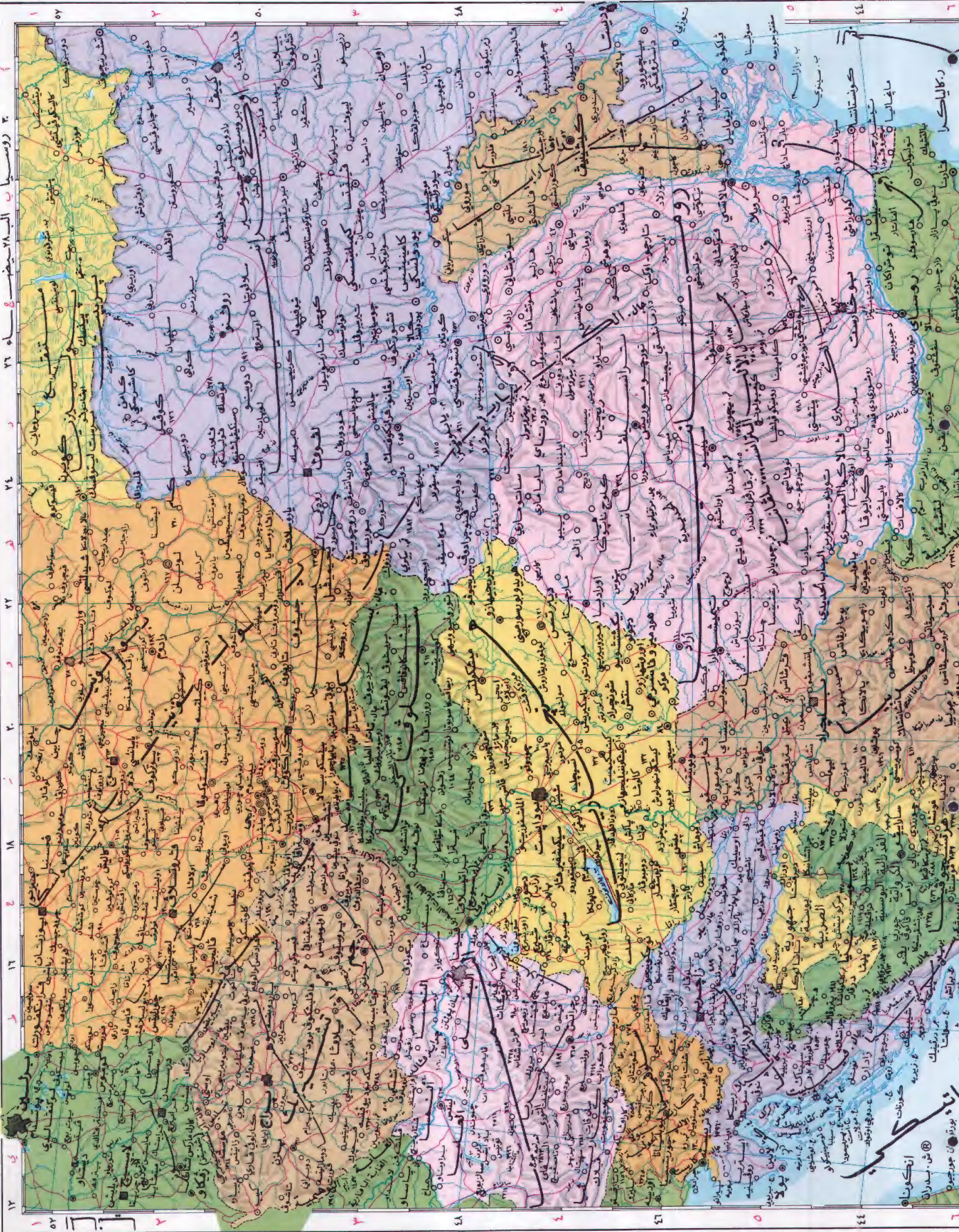
المقياس: 1:500,000

خريطة رقم ٤١



أوروبا الجنوبية الشرقية السياسية





التطور السياسي في البلقان

من مؤتمر فيينا إلى الحرب العالمية الأولى (١٨١٥ - ١٩١٥)



تركيا: آثار رومانية في اسطنبول.



اليونان: مشهد لجزيرة كورفو.

التطور السياسي في البلقان

من الحرب العالمية الأولى حتى الحرب العالمية الثانية (١٩١٨ - ١٩٤٨)



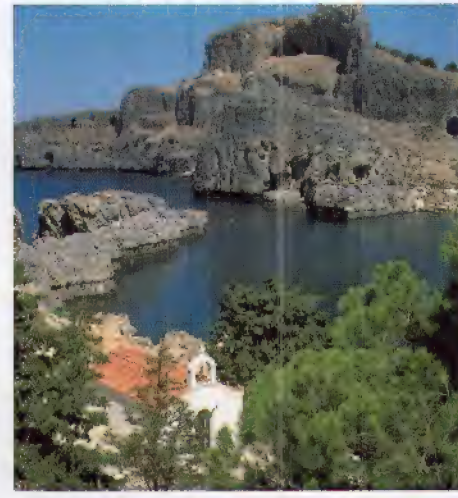
اليونان: مشهد لقرية في جزيرة اندروس.



اليونان: شاطئ ريثيمنون في جزيرة كريت.



اليونان: مرفأ جزيرة تيرا.



اليونان: مدينة ليندس في جزيرة رودس.

مدينة دوبروفنيك (راجوزا) هي، بحق، أجمل المدن اليوغوسلافية الواقعة على شواطئ الأدرياتيک، ويرجع بناؤها إلى القرن الثالث عشر. المدينة محاطة بأسوار عالية، ولضيق شوارعها لا يُسمح للسيارات بالتجول داخلها.



اليونان: مدينة كورفو.



اليونان: مرفأ لجزيرة ميكونوس في جزر السيكلاد.

في منطقة تساليا، وسط اليونان، مجموعة من المسلات الصخرية العمودية الجوانب، بنى الرهبان في أعلاها، بين القرنين الثاني عشر والسادس عشر، حوالي عشرين ديراً كانت المون تُنقل إليها بواسطة الخبال. تحوي هذه الأديرة مجموعة كبيرة من التحف الفنية.

مدينة «اسطنبول» عُرفت في التاريخ القديم تحت اسم القسطنطينية، وعرفت ازدهاراً عظيماً بسبب كونها عاصمة الإمبراطورية الشرقية. و«أيا صوفيا» هي، دون شك، أجمل المعالم فيها، وهي تُعرف اليوم باسم الجامع الكبير.



روسيا





الأرضية من الفضاء ثلاثية الأبعاد

جمهورية مستقلة في أوروبا الشرقية وآسيا. في ٣١ آذار ١٩٩٢، قام ٨٦ كياناً سياسياً [١٨] جمهورية و٦ أقاليم (كراي Krai) و٤٩ منطقة (أوبلاست oblast) ومدينتان (موسكو وسان
 بترسبورج) و١١ كياناً مستقلاً بالتوقيع على معاهدة اتحاد روسيا. وتخلّفت كل من جمهورية
 الشيشان المتمتعة بالحكم الذاتي وجمهورية التتار عن توقيع المعاهدة. كانت روسيا (الإسم الرسمي:

وسا



وشوكشي وبحر سيبيريا الشرقية. وتحدها من الشرق عدّة ألْسنة بحرية من المحيط الهادئ: مضيق بيرينج (الذي يفصل روسيا عن ألاسكا) وبحار بيرينج وأخوتسك واليابان. وتتأخم روسيا في أقصى الجنوب الشرقي طرف كوريا الشمالي الشرقي. وتحدها من الجنوب الصين ومنجوليا وكازاخستان وأذربايجان وجورجيا والبحر الأسود. وتحدها أوكرانيا من الجنوب الغربي، وكل من روسيا البيضاء (بيلاروسيا) ولاتفيا وإستونيا وفنلندا وفنلندا والنرويج من الغرب. وتحدها ليتوانيا وبولونيا شقة كالينينجراد المعزولة الواقعة على بحر البلطيق.

تقع الجزر الرئيسية التابعة لروسيا في المحيط المتجمد الشمالي وفي المحيط الهادئ. في أقصى الشمال، (في المحيط المتجمد الشمالي)، تقع أرض فرنسوا جوزيف، وهي أرخبيل مؤلف من حوالي ١٠٠ جزيرة. وتشمل الجزر القطبية الشمالية الأخرى، من الغرب إلى الشرق، الجزيرتين اللتين تشكلان نوفايا زمليا وجزيرة فايغاش ومجموعة من الجزر، معروفة بسيفرنايا زمليا والجزر السيبيرية الجديدة وجزيرة رانجل. وبين الجزر المذكورة أعلاه، نجد عدداً كبيراً من الجزر الصغيرة وسلاسل الجزر الصغيرة. وفي المحيط الهادئ، نجد جزر كوريل، التي تمتد على شكل قوس إلى الجنوب الغربي من الطرف الجنوبي لشبه الجزيرة الروسية من كامتشاتكا إلى اليابان، والتي تتنازع روسيا واليابان، منذ أمد بعيد، على ملكيتها وحقوق الصيد في منطقتها. ويضم المحيط الهادئ أيضاً جزيرة ساكالين الكبيرة، التي تفصل بين بحري أخوتسك واليابان.

يمكن تقسيم روسيا إلى ثلاث مناطق جغرافية واسعة: روسيا الأوروبية، التي تتألف من الأراضي الواقعة غربي جبال الأورال؛ وسيبيريا، التي تمتد شرقاً من الأورال إلى المحيط الهادئ تقريباً؛ وشرق روسيا الأقصى، الذي يشتمل على المنطقة الجنوبية الشرقية وساحل الهادئ.

الأرض والموارد

يقع القسم الأكبر من روسيا شمالي خط العرض ٥٠°، ويسودها بالتالي مناخ شبيه بمناخ كندا. ويقع أيضاً معظم أراضيها بعيداً عن التأثير الملطف للتيارات المحيطية، ما يوّد مناخاً قارياً أقسى من المناخ الذي يسود معظم الدول الأوروبية. ويحدّ المناخ، وبدرجة أقلّ الأتربة، من الموارد الزراعية. إلّا أنّ اتساع الأراضي الروسية وتكويناتها الجيولوجية المتنوعة توفرّ موارد معدنية لا يضاهاها فيها أي بلد آخر في العالم.

المناطق الفيزيوجرافية

تضمّ روسيا بنى جيولوجية وتكوينات سطحية شديدة التعقيد نشأت وتطوّرت بشكل منفصل خلال العصور الجيولوجية المختلفة. وبشكل مبسّط، تتألف أرض الجمهورية من سهل شاسع في الأجزاء الغربية والشمالية من البلاد، يحده حزام متقطع من الجبال والهضاب في الجنوب والشرق؛ وهذا السهل هو أكبر سهل في العالم. وتشمل الأراضي المرتفعة (النجد) والمناطق الجبلية معظم سيبيريا، وتمتدّ إلى حدود الهادئ.

السهل الأوروبي

تتألف روسيا الأوروبية بشكل رئيسي من سهل متموج يبلغ متوسط ارتفاعه حوالي ١٨٠ متراً. وقد تشكلت أرض هذا السهل بفعل علم المجاري المائية والرياح وأنهار الجليد، طوال ملايين السنين على طبقات شبه أفقية من الصخور الرسوبية. وفي بعض الأماكن، انحسرت الصخور الرسوبية الطرية، وظهرت على السطح القاعدة المكوّنة من الصخور البركانية والمتحوّلة الصلبة؛ وتقع أبرز هذه المناطق في الشمال الغربي قرب الحدود مع فنلندا. وتكون الطوبوغرافيا في هذه المناطق وعرة بوجه العموم، نظراً لوجود البوارز (جمع بارزة)، ولا سيّما في الشمال، حيث تصل الأرض إلى أقصى ارتفاع لها (١١٩١ متراً) في وسط شبه جزيرة كولاً. وفي ما عدا ذلك، تبقى تضاريس السهل الأوروبي، باستثناء بعض الحالات البسيطة، منخفضة جداً.

وقد نشأت المعالم السطحية الأخرى بفعل عمل الجليد. ومن هذه المعالم، نجد عدّة مناطق سبخية واسعة، مثل أرض ميشورا المنخفضة جنوب شرق موسكو على طول نهر أوكا. وكانت هذه المنطقة الفقيرة السيئة التصريف بحيرة، عندما سدّ جليد المجلدات المجاري المائية التي تصريف ماءها اليوم. وقد شكّل أقرب العصور الجليدية إلينا، والذي انتهى منذ حوالي ١٠,٠٠٠ إلى ١٢,٠٠٠ سنة خلت، ركماً جليدياً انتهائياً يمتد شرقاً من الحدود مع روسيا البيضاء (بيلاروسيا)، ثم شمال موسكو إلى الساحل القطبي الشمالي، إلى الغرب من نهر بيتشورا. إنّ المنطقة الواقعة شمال هذه الحدود هي منطقة سيئة التصريف، تضمّ عدداً كبيراً من البحيرات والمستنقعات.

جبال الأورال

ينتهي السهل الأوروبي في الشرق عند جبال الأورال. وجبال الأورال مجموعة من السلاسل الجبلية القديمة والمنحّنة، وهي غير لافتة من الناحية الطوبوغرافية. لا يتجاوز متوسط ارتفاع جبال الأورال ٦٠٠ متر تقريباً، وتبلغ الجبال أقصى ارتفاع لها في الشمال عند قمم نارودنايا (جبل الشعب) حيث تسجل ١٨٩٤ متراً فوق مستوى سطح البحر. لكنّ هذه الجبال مهمة جداً لاحتوائها على مجموعة متنوعة من الأركزة المعدنية، التي تتراوح من المحروقات المعدنية إلى خامات الحديد والمعادن غير الحديدية والأركزة غير المعدنية.

منخفض سيبيريا الغربية

إلى شرق جبال الأورال، تستمرّ المنطقة السهلية في منخفض سيبيريا الغربية. وتعاني هذه المنطقة الشاسعة والمسطحة سوء التصريف، وهي عموماً سبخية أو مستنقعية.

مرتفعات سيبيريا الوسطى

تبدأ شرق نهر ينيسي الأراضي المرتفعة المتموجة التي تشكل مرتفعات سيبيريا الوسطى. ويتراوح متوسط ارتفاع هذه المنطقة بين ٥٠٠ و ٧٠٠ متر تقريباً. وفي جميع المناطق، شقّت الأنهار السطح أو حتّى، وشكّلت في بعض الأماكن شعباً (أخاديد، ودياناً ضيقة متحدرة الجوانب) عميقة. وتتميّز بنية المنطقة الجيولوجية بالتعقيد، فوق قاعدة من الصخور البركانية والمتحوّلة، تمتدّ في الكثير من الأماكن صخور رسوبية وحمام بركانية سميكة. وتتميّز المنطقة بغناها بالأركزة المتنوعة.

جبال سيبيريا الشرقية

تتألف الطوبوغرافيا شرق نهر لينا من سلسلة من الجبال والأحواض. وتبلغ السلاسل الأكثر ارتفاعاً في هذه المنطقة ارتفاعاً أقصى يتراوح بين ٢٣٠٠ و ٣٢٠٠ متر تقريباً. وإلى الشرق، باتجاه المحيط الهادئ، تصبح الجبال أكثر ارتفاعاً وتحدراً، ويسود النشاط البركاني. تضمّ شبه جزيرة كامتشاتكا ١٢٠ بركاناً، منها ٢٣ بركاناً ناشطاً حالياً. ويصل ارتفاع أعلى قمة بركانية كليوتشفسكايا إلى ٤٧٥٠ متراً. وتواصل سلسلة جبال كامتشاتكا البركانية امتدادها باتجاه الجنوب في جزر كوريل، التي تحتوي على حوالي ١٠٠ بركان، منها ٣٠ بركاناً ناشطاً.

الأنظمة الجبلية الجنوبية

تشمل الحدود الجنوبية لروسيا الأوروبية جبال القوقاز الحديثة التكوّن والناشطة زلزالياً، والتي تمتدّ بين البحر الأسود وبحر قزوين، وتتضمّن جبال القوقاز سلسلتين جبليتين كبيرتين تتعرّضتا للطّي وتفصلهما منطقة منخفضة على طول امتدادهما؛ وتشكّل جبال القوقاز الكبرى الشمالية جزءاً من حدود روسيا الجنوبية. يميّز نظام الجبال هذا بتعقيده من الناحية الجيولوجية، ويتألف من حجر الكلس والصخور البورفية مع بعض التكوينات البركانية. ويصل أقصى ارتفاع لجبال القوقاز الكبرى إلى ٥٦٤٢ متراً عند قمة ايلبروز، وهو بركان خامد يشكّل أعلى قمة في أوروبا. وتواصل سلاسل جبلية أخرى امتدادها باتجاه الشمال الشرقي على طول الحدود الجنوبية لسيبيريا الوسطى والشرقية وصولاً إلى المحيط الهادئ. ومن هذه السلاسل، نذكر سلاسل ألتاي وسايان وبابلونوي وستانوفوي.

الخط الساحلي والأنهار والبحيرات والبحار

تملك روسيا أطول خطّ ساحلي بين بلدان العالم. ويمتدّ خطّها الساحلي على أكثر من ٣٧,٦٥٠ كيلومتراً، خصوصاً على طول المحيط المتجمد الشمالي والمحيط الهادئ؛ وتمتدّ السواحل الأخرى على طول البحر الأسود وبحر قزوين في الجنوب. ونظراً إلى أنّ القسم الأكبر من سواحلها يقع في مياه تبقى مجمّدة لعدّة أشهر في السنة، لا تملك روسيا سوى عدد قليل من المنافذ المحيطية المفتوحة على مدار السنة. ولكن، بالرغم من هذه القييدات، تمارس روسيا الملاحة وصيد الأسماك في جميع البحار.

تقع أطول الأنهار الروسية في سيبيريا وأقصى روسيا الشرقية. وأكبر نظام نهري على الإطلاق هو نظام الأوب - إيرتيش؛ ويجري هذان النهران معاً مسافة ٥,٤١٠ كيلومترات من الصين الغربية شمالاً عبر سيبيريا الغربية إلى المحيط المتجمد الشمالي. ويأتي في المرتبة الثانية نظام أمور - شلكا - أونون، الذي يخرج من منجوليا الشمالية باتجاه الشرق، ويجري على طول الحدود الصينية السيبيرية لمسافة ٤,٤١٦ كيلومتراً حتى يصل إلى ساحل الهادئ. أمّا في ما يتعلّق بالأنهار الفردية، فنهر لينا هو أطولها على الإطلاق؛ ويجري شمالاً عبر سيبيريا وأقصى روسيا الشرقية لمسافة ٤,٢٩٦ كيلومتراً تقريباً ليصبّ في المحيط المتجمد الشمالي. ويليه في المرتبتين الثانية والثالثة نهر إيرتيش والأوب. أمّا المرتبة الرابعة فيحتلّها نهر الفولجا، الذي يبلغ طوله ٣,٦٩٠ متراً، ما يجعله أطول نهر في أوروبا. ويصرف نهر الفولجا مع رافديه الرئيسيين - نهري الكاما والأوكا - قسماً كبيراً من مياه السهل الأوروبي الشرقي إلى الجنوب الشرقي من بحر قزوين. ويجري خامس أطول نهر، وهو نهر ينيسي، من منجوليا شمالاً عبر سيبيريا الشرقية إلى المحيط المتجمد الشمالي. ويصرف رافده الرئيسي، نهر أنجارا، مياه بحيرة بايكال الهائلة، ما يخلق جرياناً كثيفاً ومنظماً في الجزء السفلي من النظام النهري؛ ويفرغ نهر ينيسي ٦٠٣ كيلومترات مكعبة من الماء في المحيط المتجمد الشمالي كلّ سنة، وهو أكبر دفق بين الأنظمة النهرية في البلاد. ومن حيث مقدار التدفق، تأتي بعد ينيسي ثلاثة أنهار آسيوية أخرى، هي اللينا والأوب والأمور، ونهر أوروبي واحد هو الفولجا. وجميع الأنهار الأخرى تعطي دفقاً أقل بكثير.

ويلعب الكثير من الجداول والمجاري المائية الأخرى دوراً هاماً، إمّا لأنها تستعمل كطرق للنقل أو كمصادر طاقة في المناطق الكثيفة السكّان، أو لأنها تجري عبر مناطق جافة، حيث يشكل الري عاملاً ضرورياً في الزراعة. وأبرز هذه الأنهار هو نهر الدون الذي يجري في السهل الأوروبي الجنوبي المكتظ بالسكّان، ويصرف المياه جنوباً إلى البحر الأسود وبحر ازوف. وفي السهل الأوروبي الشمالي، يجري نهر نارفا ودينالغربي باتجاه الشمال الغربي إلى بحر البلطيق؛ وتجري أنهار بيتشورا

ودفيما الشمالي وميزن وأونيجا إلى المحيط المتجمد الشمالي والبحر الأبيض. وفي السهل القوقازي الشمالي، يعتبر نهر كوبان، الذي يجري غرباً إلى بحر آزوف، ونهر تيرك، الذي يجري شرقاً إلى بحر قزوين، أهم مجريين مائيين لأغراض الري.

إضطلعت الحكومة السوفياتية بدور فعال عبر بناء سدود كبيرة لتوليد الطاقة الكهربائية ولأغراض الري وضبط الفيضانات والملاحة. وقد تحولت أحواض بعض الأنهار بشكل كامل، بفعل خلق سلسلة من البحيرات الإصطناعية الهائلة. وقد أقيمت أكبر هذه الإنشاءات على نظام القولجا - كاما وعلى نهر الدون في السهل الأوروبي، وعلى الأجزاء العليا من نظام نينسي - أنجارا ونظام الأوب - إيرتيش في سيبيريا.

ونجد في روسيا الكثير من البحيرات الطبيعية، ولا سيما في الجزء الشمالي الغربي المتجمد من البلاد. إلا أن بحر قزوين الواقع في الجنوب هو أكبرها مساحة. وبالرغم من أنه يُعرف بالبحر، فهو في الحقيقة بحيرة مالحة تشغل منخفضاً في الأرض؛ تصب بعض الأنهار في هذه البحيرة، ولكن بسبب جفاف المناخ لا يمتلئ الحوض العميق بالماء ولا يفيض الماء فيسيل إلى البحر. ولا يخرج الماء من البحيرة إلا بالتبخّر، فيتراكم الملح مع مرور الوقت. تبلغ مساحة بحر قزوين حوالي 371,020 كيلومتراً مربعاً، ما يجعله أكبر بحيرة في العالم من حيث المساحة السطحية. وثاني أكبر جسم مائي في روسيا هو بحيرة بايكال، التي تبلغ مساحتها 30,510 كيلومترات مربعة. وتتشكل بحيرة بايكال أعمق بحيرة مياه عذبة في العالم، إذ يبلغ أقصى عمق لها 1637 متراً؛ وتحتوي هذه البحيرة على حجم من الماء (حوالي 23,000 كيلومتر مكعب) يفوق حجم أي بحيرة أخرى في العالم. ويُقدّر أنّ بحيرة بايكال تحتوي على ثُمس المياه السطحية العذبة في العالم. وتحتل بحيرتا لادوجا وأونيجا المرتبتين الثالثة والرابعة من حيث المساحة. وتقع هاتان البحيرتان في ما يُعرف بمنطقة البحيرات الكبرى في شمال غرب روسيا الأوروبية. ولكلا هاتين البحيرتين العذبتين، أصل جليدي كما أنّ لهما منافذ على خليج فنلندا.

المناخ

يعكس المناخ القاسي الذي يسود روسيا عرضها الجغرافي المرتفع وغياب التأثيرات البحرية الملطّفة. ويتميز مناخ روسيا بشتاء طويل وبارد، وصيف قصير ومعتدل نسبياً. وتحول الجبال العالية الممتدة على الحدود الجنوبية لروسيا وآسيا الوسطى دون دخول القسم الأكبر من الكتل الهوائية الإستوائية البحرية. وفي الشتاء، يتجلّد المحيط المتجمد الشمالي حتى الساحل، ويلعب دور كتلة قارية مجلّدة ومغطاة بالتلج بدلاً من أن يكون محيطاً ذا تأثير ملطّف نسبياً. ونظراً إلى أنّ الأراضي الروسية تقع في حزام تطلّغ فيه الرياح الغربية، لا تصل التأثيرات الملطّفة من المحيط الهادئ إلى مسافة كبيرة داخل الأرض. ويصّح ذلك بشكل خاص في الشتاء، عندما تنتشر بقعة أساسية كبيرة من الضغط المرتفع، متمركزة في منجوليا، فوق القسم الأكبر من سيبيريا وأقصى روسيا الشرقية.

ويأتي التأثير البحري الأساسي من المحيط الأطلسي في الغرب، لكن عندما يصل هواء الأطلسي إلى روسيا يكون قد عبر الجزء الغربي من أوروبا بأكمله وتعرّض للكثير من التغيرات. ويدخل هذا الهواء إلى الأراضي الروسية بشكل أسهل في الصيف، عندما يستقرّ عموماً فوق الأرض، نظام من الضغط المنخفض. وفي هذه الفترة من السنة، يمكن لهواء الأطلسي الدافئ والرطب أن يشق طريقه شرقاً إلى وسط سيبيريا. ويشكّل هذا الهواء الكتلة الهوائية الأساسية الحاملة للرطوبة التي تبلغ روسيا، ويتلقّى القسم الأكبر من الأراضي، بفعل هذه الكتلة الهوائية، قدراً كبيراً من الأمطار الصيفية. وتشكّل الأمطار الصيفية عاملاً معزّزاً للزراعة، إذ إنّ معظم المناطق الزراعية الجيدة تعاني نقصاً في الرطوبة. لكنّ توزيع الأمطار في الصيف لا يتناسب جميع المناطق؛ ففي الكثير من المناطق، غالباً ما يضرب الجفاف في وقت مبكر من الصيف، بينما قد يشهد وسط الصيف وآخره أمطاراً غزيرة وغيوماً تعيق الحصاد. ويسود هذا الوضع، بشكل خاص، في أقصى المنطقة الشرقية، حيث يصل تيار من الرياح الموسمية المقبلة من الهادئ في وسط الصيف وآخره. وفي المناطق الشمالية، ولا سيما من موسكو باتجاه الشمال، يحجب السماء في الكثير من الأحيان، ولا سيما في الشتاء، دثار رتيب من الغيوم، ما يجعل الروس يطلقون على هذه الظاهرة اسماً خاصاً هو «باسمورنو، أيّ الطقس الكئيب». وفي كانون الأول، مثلاً، يبلغ معدّل الأيام الغائمة في موسكو 23 يوماً.

غير أن المعدّلات السنوية لهطول الأمطار تتراوح بين الضئيلة والمنخفضة في معظم أنحاء البلاد؛ فنظراً إلى كون الهواء بارداً في معظم الأوقات، فإنّه لا يستطيع حمل قدر كبير من بخار الماء. في السهل الأوروبي، يتناقص المعدّل السنوي لهطول الأمطار من أكثر من 800 مم في روسيا الغربية إلى أقل من 400 مم على طول ساحل بحر قزوين. وفي أنحاء سيبيريا وأقصى المنطقة الشرقية، تتراوح كميات الأمطار السنوية عموماً بين 500 و800 مم تقريباً؛ وفي المرتفعات، قد تصل المعدّلات السنوية إلى 1000 مم أو أكثر، ولكن في الأحواض الداخلية قد لا تتعدّى كمية الأمطار 300 مم. يتميز مناخ روسيا بدرجات حرارة متطرفة. تسجل سيبيريا الشرقية درجات الحرارة الأكثر انخفاضاً في الشتاء؛ ويلطّف الهواء الآتي من المحيط الأطلسي، إلى حدّ ما، درجات الحرارة في الغرب. وتُعرف فيركويانسك في الجزء الشمالي من أقصى المنطقة الشرقية باسم «قطب العالم

البارد». ففي كانون الثاني، يبلغ معدّل درجات الحرارة في تلك المنطقة 51° مئوية تحت الصفر؛ وبلغت أدنى درجة حرارة مسجّلة في الشتاء (في شهر شباط) 68° مئوية تحت الصفر. إنّ الشروط الجغرافية نفسها التي تؤدي إلى انخفاض درجات الحرارة خلال الشتاء في الجزء الشمالي الشرقي من البلاد - البعد عن البحر ووجود وديان ضيقة بين الجبال - تتسبّب بركود الهواء في الصيف، ما يسمح باشتداد الحرارة بفعل استمرار ضوء النهار بشكل شبه دائم في هذه المناطق القريبة من القطب. في تَمُوز، يبلغ معدّل درجات الحرارة في فيركويانسك 13° مئوية، وقد وصلت درجة الحرارة القصوى إلى 37° مئوية. ويصل التراوح المطلق لدرجات الحرارة في المدينة إلى 105° مئوية، وهو أكبر تراوح في العالم.

تنضمّ الأراضي الروسية عدداً من المناطق المناخية المتميّزة، التي تمتدّ عموماً على طول البلاد في أحزمة شرقية - غربية، ويسود على طول ساحل المحيط المتجمد الشمالي مناخ التندرة، الذي يمتدّ جنوباً في أقصى المنطقة الشرقية على منحدرات الجبال العالية. وإلى جنوب هذه المنطقة، نجد حزاماً عريضاً من المناخ شبه القاري يمتدّ جنوباً إلى مدينة سان پيترسبورج (ليننجراد)، ويعرض شرق جبال الأورال ليشمل سيبيريا وأقصى روسيا الشرقية بأكملهما تقريباً. ويسود القسم الأكبر من روسيا الأوروبية مناخ قاري أكثر اعتدالاً. ويبلغ هذا الحزام أقصى عرض له في الغرب، ويمتدّ من بحر البلطيق إلى البحر الأسود، ثم يضيق تدريجياً باتجاه الشرق حتى يشمل قطاعاً ضيقاً في جنوب المنخفض السيبيري الغربي؛ ويسود أيضاً هذا المناخ في الطرف الجنوبي الشرقي من روسيا الشرقية. وتتراوح درجات الحرارة في موسكو، التي تقع في المنطقة المناخية القارية، بين 16° مئوية تحت الصفر و9° مئوية تحت الصفر في كانون الثاني، وبين 13° إلى 23° مئوية في تمّوز. وتتراوح درجات الحرارة في فلاديفوستوك، في طرف روسيا الجنوبية الشرقية، بين 18° تحت الصفر و11° مئوية تحت الصفر في كانون الثاني، وبين 16° و22° مئوية في تمّوز.

يبدأ نطاق عريض من مناخ السهوب الأكثر جفافاً ذي الشتاء البارد على طول ساحل البحر الأسود، ويمتدّ في اتجاه الشمال الشرقي عبر وادي القولجا الأسفل والأورال الجنوبية والجزء الجنوبي من سيبيريا الغربية. ويستمرّ هذا النطاق شرقاً في أحواض جبلية منعزلة على طول حدود سيبيريا وأقصى روسيا الشرقية وفي السهل القوقازي الشمالي.

الغطاء النباتي الطبيعي والتربة

تتوافق المناطق النباتية وأنواع الأتربة في روسيا مع المناطق المناخية في البلاد. ففي أقصى الشمال، ينمو غطاء نباتي من الأشنة والحزاز والجنات الخفيضة حيث تكون درجات الحرارة الصيفية منخفضة، فلا تسمح بنمو الأشجار. ويمتدّ الجَمَد السرمدي (طبقة متجلّدة باستمرار على عمق متفاوت تحت سطح الأرض) في جميع أنحاء المنطقة. وتكون الأرض متجلّدة على عمق كبير، ولا تذوب في الصيف سوى طبقة سطحية رقيقة تؤمّن دعامة وغذاء محدودين للنباتات.

وتغطّي الغابات أكثر من ثُمس الأراضي الروسية، ويقع القسم الأكبر منها في المنطقة الآسيوية. وتشكّل هذه الغابات معاً حوالي ربع المساحة الحرجية الإجمالية في العالم. وتنقسم المنطقة الحرجية الروسية إلى جزء شمالي كبير، هو ما يُعرف بالغابة الشمالية أو التّيجة، ومنطقة جنوبية أصغر مساحة، هي الغابة المختلطة.

تقع التّيجة جنوب التندرة؛ وهي تشغل الحُفستين الشماليين من روسيا الأوروبية، وتمتدّ لتغطّي معظم سيبيريا وأقصى روسيا الشرقية. وتغطّي القسم الأكبر من هذه المنطقة طبقة من الجَمَد السرمدي. وتتألف منطقة التّيجة الشاسعة من الأشجار الصنوبرية بشكل أساسي، ولكنّ الأشجار الصغيرة الأوراق، مثل البتولا والخور والخور الجراج والصفصاف، تضيف في بعض المناطق شيئاً من التنوّع على الغابة. وتحتوي التّيجة على أكبر غابة صنوبرية في العالم، وتنضمّ هذه الغابة حوالي نصف الأشجار الطرية الخشب في العالم. وفي الطرف الشمالي الغربي من المنطقة الأوروبية، تطلّغ، في التّيجة، مجموعة متنوعة من أشجار الصنوبر، لكنّ عدداً كبيراً من أشجار التّوب والبتولا وغيرها ينمو أيضاً في هذه المنطقة. إلى الشرق من سفوح الأورال الغربية، تبقى أشجار الصنوبر شائعة؛ لكنّ أشجار التّوب تصبح طاغية، وفي بعض المناطق نجد غابات مؤلّفة من أشجار البتولا وحدها. وتتألف التّيجة في المنخفض السيبيري الغربي من أنواع مختلفة من الصنوبر بشكل رئيسي، لكنّ شجر البتولا يصبح طاغياً على طول الأطراف الجنوبية للغابة. وفي القسم الأكبر من المرتفعات السيبيرية الوسطى والجبال القائمة في أقصى المنطقة الشرقية، يصبح اللازركس (شجر صنوبري معيل) طاغياً في الغابة.

وتكون الأشجار في أنحاء منطقة التّيجة صغيرة عموماً ومتباعدة جداً. ونجد أيضاً مساحة هائلة من الأرض خالية من الأشجار، نظراً لسوء التصريف المحلي؛ وفي هذه المناطق، تشكّل الأعشاب والجنات السبخية الغطاء النباتي. وتكون تربة التّيجة عموماً تربة بيضاء أو رمادية Podzol غير خصبة ارتشع منها معظم المعادن الضرورية لنمو النبات بفعل الكمية الهائلة من المياه الجوفية الحمضية.

وتشغل غابة مختلطة، تحتوي على أشجار صنوبرية وأشجار معبلة عريضة الورق على حدّ سواء، الجزء الأوسط من السهل الأوروبي الشرقي من سان پيترسبورج في الشمال إلى الحدود مع أوكرانيا

في الجنوب. وتطغى الأشجار الصنوبرية الدائمة الخضرة في الغابات المختلطة الشمالية، بينما تطغى الأشجار العريضة الورق في الجنوب. والأنواع الرئيسية من الأشجار العريضة الورق التي تنمو في هذه الغابات، هي البلوط أو السنديان والزّان والقَيْقَب واليَيرة. ونجد غابة مماثلة مكوّنة من أنواع مختلفة إلى حدّ ما، في القسم الأكبر من أقصى روسيا الجنوبية الشرقية على طول وادي نهر أمور الأوسط، وفي الجنوب على امتداد وادي نهر أوسوري. ونجد في منطقة الغابات المختلطة تربة حرجية سمراء - رمادية أخصب من تربة النتيجة الواقعة إلى الشمال، وقادرة على الإنتاج بشكل جيد، إذا ما استعملت فيها الطرق الزراعية المناسبة وشُدّت بشكل كثيف.

إلى الجنوب، تندرج الغابة المختلطة عبر منطقة حرجية - سهبية ضيقة قبل الانتقال إلى منطقة السهوب الحقيقية. للمنطقة الحرجية - السهبية غطاء نباتي طبيعي مؤلف من الأعشاب مع بعض المجموعات المبعثرة من الأشجار، لكنها أصبحت اليوم أراضي زراعية في معظمها. يصل متوسط عرض هذه المنطقة إلى حوالي ١٥٠ كيلومتراً، وهي تمتدّ شرقاً عبر وادي نهر الفولجا الأوسط وجبال الأورال الجنوبية إلى داخل المناطق الجنوبية من المنخفض السيبيري الغربي. ونجد مساحات منعزلة من هذه المنطقة في الأحواض الجنوبية الواقعة بين جبال سيبيريا الشرقية.

تشكّل السهوب الحقيقية، وهي خليط من الأعشاب مع بعض الشجيرات الخفيفة في الوديان الحمية، الغطاء النباتي الطبيعي للمنطقة التي تشمل النصف الغربي من السهل القوقازي الشمالي وقطاعاً طويلاً وضيقاً من الأرض يمتدّ شرقاً عبر وادي الفولجا الجنوبي وجبال الأورال الجنوبية وأجزاء من سيبيريا الغربية. وعلى غرار المنطقة الحرجية - السهبية، أصبحت السهوب أراضي زراعية في معظمها.

تتمتع المنطقة الحرجية - السهبية ومنطقة السهوب بتربة خصبة وتشكّلان معاً منطقة، تُعرف بحزام الأرض السوداء، هي المركز الزراعي الرئيسي في روسيا. وتتميز المنطقة الحرجية - السهبية بتربة سوداء غنية بالدبال (مادة عضوية متحللة لها خواص السماد) وتحتوي على المقادير المناسبة من المعادن لزراعة معظم المحاصيل. ويتوفّر للمنطقة الحرجية - السهبية كمية أكبر من الماء أثناء موسم النمو نسبة للسهوب، وهي تشكّل بالتالي أفضل منطقة زراعية في روسيا. وليست تربة السهوب، المعروفة بالتربة السهبية السمراء، غنية بالدبال بقدر التربة السوداء الموجودة في الشمال، لكنها غنية جداً بالمعادن.

الموارد المعدنية

تحتوي روسيا على أكبر كمّيات احتياطية من الموارد المعدنية في العالم. ولكن بالرغم من وفرتها، يتطلب أحياناً استخراج هذه المعادن كلفة باهظة، نظراً لوجودها في أماكن بعيدة تسودها شروط جغرافية ومناخية قاسية.

تتميز روسيا بغناها بالمخزونات المعدنية بوجه خاص. وتشير التقديرات إلى أنّ الجمهورية تملك حوالي نصف احتياط الفحم المحتمل في العالم، وتضمّ أراضيها على الأرجح أكبر احتياط نفطي بين دول العالم. تنتشر تراكبات الفحم بشكل واسع في أنحاء البلاد؛ وتقع أكبر المناجم في سيبيريا الغربية ومنطقة الفولجا - الأورال. إلّا أنّ مناجم أصغر حجماً توجد أيضاً في أنحاء أخرى كثيرة من البلاد. وتقع تراكبات الغاز الطبيعي الرئيسية على طول ساحل المحيط المتجمّد الشمالي في سيبيريا وفي شمال القوقاز وفي جمهورية كومي في روسيا الشمالية الغربية. وتقع التراكبات الرئيسية لأركرة الحديد في منطقة الشوذ المغنطيسي في كورسك، على مسافة متساوية بين موسكو وأوكرانيا؛ وتوجد أيضاً تراكبات صغيرة مبعثرة في أنحاء البلاد. وتنتشر في أنحاء جبال الأورال تراكبات صغيرة من المنغنيز. ونجد أيضاً كمّيات كافية أو حتى وافرة من المعادن الممزوجة بالحديد، مثل النيكل والتنجستين والكوبلت والموليبدنوم.

وتملك روسيا أيضاً كمّيات من معظم المعادن غير الحديدية، باستثناء الألمنيوم الذي يشكّل أحد أهمّ المعادن غير المتوفرة بكمّيات مقبولة في البلاد. وتوجد أركرة الألمنيوم بشكل رئيسي في جبال الأورال وشمال غرب روسيا الأوروبية وجنوب شرق سيبيريا. من ناحية أخرى، يتوفّر النحاس بكمّيات كبيرة تتوزّع في جبال الأورال ومنطقة نوريلسك في سيبيريا الشرقية وشبه جزيرة كولا. كما أصبحت تراكبات كبيرة، شرق بحيرة بايكال، قابلة للاستغلال تجارياً عندما انتهى إنشاء سكّة حديد بايكال - أمور الحاكمة في ١٩٨٩.

وتتوفّر أركرة الرصاص والزنك بكمّيات كبيرة (وغالباً ما توجد مع النحاس والذهب والفضة ومجموعة متنوعة من المعادن النادرة) في شمال القوقاز وأقصى روسيا الشرقية والحاقة الغربية لحوض كوزنيتسك في سيبيريا. وتملك روسيا أحد أكبر احتياطات الذهب في العالم، ولا سيّما في أقصى روسيا الشرقية و Sibيريا وجبال الأورال. وقد وُجدت تراكبات من الزئبق في منطقة شوكتوكا في المنطقة الشمالية الشرقية من روسيا. وتوجد أيضاً تراكبات كبيرة من الأنثستوس في جبال الأورال الوسطى والجنوبية وفي سيبيريا الشرقية.

وتتوفّر أيضاً في روسيا كمّيات كبيرة من المواد الخام المستعملة في الصناعات الكيماوية. وتشمل هذه الخامات تراكبات من أملاح اليوتاسيوم والمغنسيوم في مقاطعة نهر كاما في جبال الأورال الغربية. ويوجد في شبه جزيرة كولا بعض أكبر تراكبات الأباتيت في العالم (والأباتيت ركاز يُستخرج منه الفوسفات)؛ ونجد أنواعاً أخرى من خامات الفوسفات في أماكن أخرى من البلاد.

يوجد الملح الصخري العادي في جبال الأورال الجنوبية الغربية وجنوب غرب بحيرة بايكال. وتأتي تراكبات الملح السطحية من البحيرات المالحة على طول وادي الفولجا الأسفل. وتحتوي جبال الأورال أيضاً على الكبريت. ويوجد حجر الكلس ذو النوعية الجيدة، المستعمل لصنع الإسمنت، في أماكن كثيرة من البلاد، وبشكل خاص قرب ييلجورود في وسط روسيا الأوروبية وفي تلال جيجولي في الجزء الأوسط من وادي نهر الفولجا.

الزراعة

روسيا هي من أكبر المنتجين العالميين للقمح والشعير والشوفان والجاودار. تشمل المحاصيل الهامة الأخرى في روسيا البسلة الجافة والذرة والدخن والخطه السوداء والأرز وفول الصويا. وتزرع أيضاً بشكل انتشاري أنواع مختلفة من فاكهة المناطق المعتدلة، مثل التفاح والإجاص والكرز. وفي أقصى الشمال، يشكّل رعي الرنة نشاطاً رئيسياً عند الشعوب الأصلية.

ويقع معظم الأراضي الزراعية في البلاد في ما يُعرف بالثلث الخصيب، الذي تقع قاعدته على طول الحدود الغربية، وتمتدّ من بحر البلطيق إلى البحر الأسود؛ ويضيق الثلث تدريجياً باتجاه الشرق إلى جبال الأورال الجنوبية، حيث يصبح شقّة بعرض ٤٠٠ كيلومتر تقريباً تمتدّ عبر الأطراف الجنوبية الغربية لسيبيريا. إلى الشرق من جبال ألتاي، لا تمارس الزراعة إلّا في الأحواض الجبلية المنعزلة على طول الأطراف الجنوبية لسيبيريا وأقصى المنطقة الشرقية. وتحتاج المناطق الواقعة خارج هذا الثلث الخصيب إلى إدخال بعض التغييرات والتعديلات من قبل الإنسان لتصبح ملائمة لزراعة المحاصيل. في الشمال، يكون موسم النمو قصيراً جداً لولا استعمال البيوت الزجاجية أو البلاستيكية. أمّا في الجنوب، فتحتاج الزراعة إلى الري نظراً لجفاف المناخ. أُقيم الكثير من منشآت الري على طول نهر كوبان وغيره من الأنهار، في جنوب روسيا الأوروبية، لمساعدة الزراعة في تلك المنطقة.

الحراجة

تضمّ روسيا حوالي خمس غابات العالم وحوالي نصف غابات العالم الصنوبرية، وهي إحدى أكبر الدول المنتجة للأخشاب وللمنتجات الخشبية. ويتألف القسم الأكبر من الخشب الذي تنتجه روسيا من الخشب الطري، وخصوصاً من ضروب من الصنوبر والتنوب واللاركس. وتشكّل شجرة البتولا أهمّ شجرة تجارية ذات خشب صلب. ويُستعمل حوالي خمس الخشب المقطوع كحطب للوقود، ويُستعمل خمس آخر في شكله الخام لعواميد الهاتف والأكوخ الخشبية وغيرها من الإستعمالات. وتنتج الأخشاب بشكل رئيسي في شمال غرب روسيا الأوروبية، وجبال الأورال الوسطى، و Sibيريا الجنوبية قرب السكّة الحديدية عبر سيبيريا، وجنوب شرق روسيا.

قُطعت الأشجار التي يسهل الوصول إليها والتي تعطي أخشاباً جيدة بشكل كثيف، أثناء الفترة السوفياتية. وقد أصبحت أنواع الأشجار الأقلّ نفعا طاغية في الكثير من المناطق التي كانت، في الماضي، أراضي حرجية من النوعية الممتازة. وتقع الغابات المتبقية في مناطق يصعب الوصول إليها في سيبيريا وشمال روسيا الأوروبية. وتحتوي هذه الغابات، لا سيّما غابات سيبيريا، على نسبة عالية من اللاركس، وهو نوع يتطلب جهداً كبيراً وكلفة مرتفعة ليصبح صالحاً للإستعمال، وذلك بسبب كثافته العالية ومحتواه المرتفع من الراتنج. ولم يحقّق استغلال غابات اللاركس التي يصعب الوصول إليها أرباحاً مقبولة، نظراً للصعوبات المختلفة في القطع والنقل وتحضير زنود الخشب من اللاركس. إلّا أنّ التحسينات التكنولوجية وتغيّر سوق الخشب العالمي قد يجعلان استغلال غابات اللاركس ممكناً اقتصادياً.

صيد الأسماك

تحتل روسيا مرتبة متقدمة بين دول العالم في قطاع صيد الأسماك. ولطالما كان السمك مصدراً هاماً للبروتين في النظام الغذائي الروسي. وقد تركز صيد الأسماك تاريخياً في البحار المتاخمة وفي البحيرات والأنهار. ولكن، في بضع عشرات السنين الماضية، قامت الحكومة بجهد كبير لتوسيع أنشطة الصيد؛ وبدأت الأساطيل السوفياتية بالعمل في معظم المناطق من محيطات العالم، وبوشر بتربية الأسماك في البرك المنشأة للحدّ من الانحاثات وفي خزانات وقنوات الري في المناطق الريفية. وقد أنتجت المسامك (ج: مَشَك: موطن يُصاد فيه السمك) البحرية القسم الأكبر من هذا الصيد. وجاء الصيد الداخلي من بحري أزوف وقزوين والبحر الأسود، وهي جميعها بحار مياه مالحة، إضافة إلى أجسام المياه العذبة من بحيرات وأنهار وأحواض وبرك.

ويُعتبر تحفّش البالوجا أبرز أنواع الأسماك التجارية الداخلية، ويعيش في الجزء الشمالي من بحر قزوين. وتشكّل هذه الأسماك المصدر الرئيسي للكافيار في العالم، ويمكنها أن تعيش حتى عمر المئة وتبلغ وزناً يصل إلى ١,٥ طن متري. وتنتج كلّ أنثى حوالي ٢٥ كيلوغراماً من الكافيار (بيض السمك) الثمين.

ويأتي حوالي ٢٥٪ من مصيد الأسماك الروسي من شمال الأطلسي والمحيط المتجمّد الشمالي. ويتخذ قسم كبير من أسطول الصيد في الأطلسي قواعده في مرافئ بحر البلطيق. وكالينينجراد هو أكبر مرافئ روسي للصيد على بحر البلطيق؛ ومن المرافئ المهمة الأخرى على بحر البلطيق، هناك سان پيترسبورج الواقع على خليج فنلندا. وتشكّل الرنكة والإشترط النوعين التجاريين الرئيسيين اللذين يتمّ اصطيادهما في بحر البلطيق. أمّا على الساحل الغربي للمحيط المتجمّد الشمالي، فأكثر مرافئ

للصيد هما مورمانسك وأركانجلسك. ويتوزع الكثير من مرافئ الصيد على سواحل البحر الأسود وبحري أزوف وقزوين في الجنوب؛ ومن أبرز مرافئ الصيد الداخلية، نذكر مرافئ أسترانكان قرب بحر قزوين.

يؤخذ حوالي ٦٠٪ من الصيد الروسي من المحيط الهادئ والبحار المتفرعة عنه، بما فيها بحر بيرينج. وتشكل فلاديفوستوك أكبر مرافئ للصيد وأكبر مركز لتحضير السمك وتصنيعه، في المنطقة الواقعة على المحيط الهادئ؛ ويتوزع الكثير من مرافئ الصيد الأخرى على طول ساحل البر الرئيسي، كما على جزيرة ساكالين. ونظراً لمياهه الباردة، يشكل بحر أوخوتسك أحد أغنى مواطن صيد السمك الروسي. ويشتهر هذا البحر بشكل خاص بسمك السلمون، لكن سرطان كامتشاتكا يتمتع أيضاً بشهرة عالمية. وتشمل الأنواع الشائعة الأخرى التي يتم اصطيادها في الهادئ سمك الزنكة والسمك المفلطح والهلف والإشقمري والقُد، إضافة إلى الثدييات البحرية كالقَظ والفقمة.

التعدين

يشكل التعدين قطاعاً أساسياً في الاقتصاد الروسي، ويؤمن سلعاً مهمة للتصدير. تتميز الموارد المعدنية في روسيا بتنوعها ووفرتها وحسن تنميتها. وتملك روسيا احتياطات ضخمة من الخامات المؤلفة للطاقة مثل النفط والفحم والغاز الطبيعي. ولسنوات كثيرة استخرجت روسيا ما يكفي من الخامات لتلبية الحاجات المحلية، وتأمين الخامات للدول الواقعة ضمن منطقة نفوذها الاقتصادي، والتصدير إلى الدول الصناعية الغربية للحصول على العملات الصعبة التي تحتاج إليها. لكن إنتاج المواد المؤلفة للطاقة تراجع في التسعينات لأن الحقوق الموجودة أخذت بالنفاد، ولم تتوفر لروسيا الأموال اللازمة لاستغلال تراكمات جديدة، يقع معظمها في مناطق يصعب الوصول إليها من سيبيريا. إنخفض إنتاج النفط وتراجع إنتاج الفحم، ولم ينخفض إنتاج الغاز الطبيعي إلا بنسبة ضئيلة. تقع حقول النفط الرئيسية في سيبيريا الغربية وفي منطقة الأورال - القولجا وفي شمال القوقاز والجزء الشمالي من جزيرة ساكالين. وتقع المصادر الرئيسية للغاز الطبيعي بجوار المصادر الرئيسية للنفط: في سيبيريا الغربية ومنطقة الأورال - القولجا وشمال القوقاز. وأهم المناطق المنتجة للفحم الصلب هي حوض كوزنيسك في سيبيريا الغربية وحوض ييتشورا في شمال شرق روسيا الأوروبية. أما المناطق الرئيسية لاستخراج الليثيوم، أو الفحم البني، فهي حوض كانسك - آتشنسك في سيبيريا وحوض موسكو. وتوجد مناجم فحم أقل أهمية في مناطق مختلفة من سيبيريا، حيث تبقى احتياطات هائلة من الفحم غير مستغلة إلى حد بعيد، مثل حوض تونجوشكا، الذي يغطي القسم الأكبر من سيبيريا الوسطى.

تحتل روسيا مرتبة متقدمة بين الدول المصدرة لخامات الحديد، ويحصل القسم الأكبر من الإنتاج في منطقة الشواذ المغنطيسي في كورسك في جنوب وسط روسيا. وتصدر روسيا أيضاً كميات كبيرة من النحاس والنيكل. وتقع مناجم النحاس والنيكل الرئيسية في جبال الأورال، مع وجود تراكمات كبيرة من النيكل في شبه جزيرة كولا قرب مورمانسك. وتحتل روسيا مرتبة متقدمة جداً بين البلدان المنتجة للذهب، الذي يُستخرج من جبال الأورال وسيبيريا الغربية وسيبيريا الشرقية في وادي نهر لينا. وتنتج روسيا أيضاً كميات كبيرة من الماس؛ ويقع معظم مناجم الماس الروسية في جمهورية ياكوت (ساكا) في شمال شرق سيبيريا. وتقع تراكمات البوكسيت، بشكل رئيسي، في جبال الأورال وشمال غرب روسيا الأوروبية قرب سان پيترسبورج. وتوجد تراكمات أقل أهمية في سيبيريا الغربية قرب كيموروف وفي أقصى المنطقة الشرقية، قرب مصب نهر أمور. يُستخرج القصدير من شمال شرق سيبيريا، والرصاص والزنك من سيبيريا وأقصى المنطقة الشرقية. وتقع تراكمات المنغنيز في جبال الأورال وسيبيريا الغربية وأقصى المنطقة الشرقية.

الصناعة

جرى تعزيز الصناعة الثقيلة وتقديمها على كافة القطاعات الأخرى، مع التركيز على صناعة الآلات والأدوات المعدنية لأنها توفر الوسائل لزيادة الإنتاج. وتنتج هذه الصناعات منتجات متنوعة تتراوح من الأدوات الدقيقة وأجهزة الكمبيوتر إلى جميع أنواع الآلات الصناعية وتجهيزات النقل والإنصال والآلات الزراعية وتجهيزات التعدين والمركبات الفضائية. وحظي أيضاً الإنتاج الصناعي المخصص للدفاع القومي بالأولوية في الخطط السوفياتية. تتمتع الصناعات الروسية بدرجة عالية من التقدم التكنولوجي في بعض المجالات مثل التكنولوجيا الفضائية الجوية، لكن المستوى الإجمالي للتكنولوجيا يبقى تحت مستويات الدول الصناعية الكبرى الأخرى. وتقع معظم الصناعات التي تهتم بانتاج الآلات في المدن الكبرى لأنها تحتاج إلى عدد كبير من اليد العاملة.

في أواخر العشرينات، بدأت الحكومة السوفياتية بالتخطيط لتصنيع الاتحاد السوفياتي، وأولت اهتماماً خاصاً للمواقع الجغرافية التي ستشأ فيها المجتمعات الصناعية الكبيرة. وفي بادئ الأمر، تركزت المؤسسات الصناعية السوفياتية التي أنشئت في روسيا في منطقة موسكو ومنطقة سان پيترسبورج. وفي الوقت نفسه، بدأ العمل على إيصال الطاقة الكهربائية إلى مناطق في جبال الأورال معروفة باحتوائها على احتياطات ضخمة من الفحم والخامات، وبدأ التخطيط لتزويد مناطق عدة من سيبيريا بالطاقة الكهربائية. ومع تقدم التخطيط الاقتصادي وازدياد المناطق المزودة بالطاقة الكهربائية،

أقيمت مجتمعات صناعية هائلة للاستفادة إلى أقصى حد من هذه الموارد الطبيعية. ونتيجة ذلك، ازداد الإنتاج في المناطق الشرقية. وتحقق هذا التوسع الهام عن طريق تنمية المناطق الصناعية الشرقية الجديدة بدلاً من خفض إنتاج المراكز القديمة؛ وقد استمرت المناطق الصناعية القديمة بالفعل في زيادة إنتاجها.

وتركز اليوم صناعة تجهيزات النقل في وسط روسيا الأوروبية. ويتم إنتاج قاطرات السكك الحديدية في كولومنا وموروم وليودينوفو، وهي تقع جميعها قرب موسكو. وتُصنع حافلات السكك الحديدية في كالينين (تقير) شمال غرب موسكو، وبريانسك جنوب غرب موسكو. ويبنى مصنع كبير في حوض مينويسنسك في سيبيريا الشرقية حافلات القطار لصالح سكك حديد عبر سيبيريا وسكة حديد بايكال - أمور الحاكمتية (Baikal-Amur Magistral (BAM). وتُصنع حافلات القطار النفقي في ميتشي، إحدى ضواحي موسكو الشمالية؛ وتشكل أنجلز، في وادي القولجا، المركز الرئيسي لصناعة أوتوبوسات الترولي.

ويقع أكبر مركز لبناء السفن في سان پيترسبورج على بحر البلطيق. وتوزع المسافن (ج: مشقن: موضع ثني في السفن أو ثرتم) الأصغر حجماً في كالينينجراد على بحر البلطيق. وأركانجلسك على البحر الأبيض، وفي بعض المرافئ على ساحل الهادئ. ويبنى معظم المراكب النهرية في حوض القولجا - كاما. ويقع أقدم وأكبر مشقن لبناء السفن النهرية في مدينة جوركي (نيجني نوفغورود)؛ وتقع مصانع أخرى لبناء المراكب النهرية في موسكو وأندروپوف (ريبينسك) وكوستروما على الجزء الأعلى من نهر القولجا.

تبقى صناعة السيارات محدودة في روسيا لأن الحكومة السوفياتية لم تعط المركبات السيارة الأهمية نفسها التي أولتها للسكك الحديدية وغيرها من وسائل النقل؛ إلا أن روسيا تملك عدة مصانع كبيرة للسيارات والشاحنات. وكان إنشاء مصنع القولجا للمركبات السيارة في تولياتي في شرق روسيا الأوروبية أكبر مشروع بناء في الاتحاد السوفياتي السابق.

ويشكل صنع الآلات الزراعية صناعة كبيرة في روسيا. وقد كان الاتحاد السوفياتي السابق أكبر منتج للجرارات في العالم ومصداً هاماً لها. ويقع معظم مصانع الإنتاج الرئيسية في روسيا الأوروبية، في قولجوجراد وفلاديمير وبريانسك وليبتسك. وتشكل أيضاً تشيلابنسك في جبال الأورال وروبتسوفسك في سيبيريا مركز إنتاج كبيرين، وتنتج الحصادات الدراجات الحركية وغيرها من الآلات الزراعية في روستوف.

ويشكل النسيج أحد منتجات روسيا الهامة. وقد تركز القسم الأكبر من الطاقة الإنتاجية في هذا المجال في مدن موسكو وإيفانوفو وكوستروما وكالينين (تقير) وفلاديمير الروسية، حيث تأسست صناعة النسيج منذ أكثر من قرن. وقد كان الاتحاد السوفياتي السابق أكبر منتج عالمي لنسيج الكتان وغزل الصوف وهو من أكبر المنتجين لنسيج الحرير الطبيعي. وكان أيضاً في طليعة الدول المنتجة لخياطة الرايون والأستات. وكانت البلاد، بوجه العموم، متخلفة عن بقية العالم المتطور في تكنولوجيا الخيوط التركيبية والبلستيك.

وكانت روسيا تقليدياً منتجة كبيراً للسلع الجلدية، وقد تمت الحكومة هذه الصناعة إلى حد بعيد ووسعت إنتاجها.

وتشكل الصناعات الغذائية قطاعاً صناعياً مهماً آخر في روسيا. في بادئ الأمر، بُنيت المطاحن في المناطق الرئيسية المنتجة للحبوب، ولكن المطاحن الجديدة أنشئت عموماً في المناطق التي تشهد كثافة سكانية عالية. ويتم تعليب أو حفظ جزء كبير من الفواكه والخضر في المناطق التي تُزرع فيها، لأن خدمات النقل والتبريد غير كافية أو مناسبة لنقل المنتجات الطازجة على مسافات كبيرة.

وبوجه العموم، انخفض الإنتاج الصناعي في روسيا بدرجة كبيرة في الأعوام القليلة الماضية.

الطاقة

روسيا هي البلد الكبير والمتطور الوحيد في العالم الذي يملك كميات كافية من الطاقة. فهي لا تتمتع فقط بالإكفاء الذاتي في إنتاج المحروقات المعدنية، بل تصدّر أيضاً كميات ضخمة منها. شكل الفحم حتى العام ١٩٥٥ القسم الأكبر من إنتاج الطاقة في روسيا، ولكن بعد هذا التاريخ حدث تحول تدريجي إلى النفط والغاز الطبيعي. وفي السبعينات، أصبح النفط والغاز الطبيعي المصدرين الرئيسيين للطاقة في البلاد.

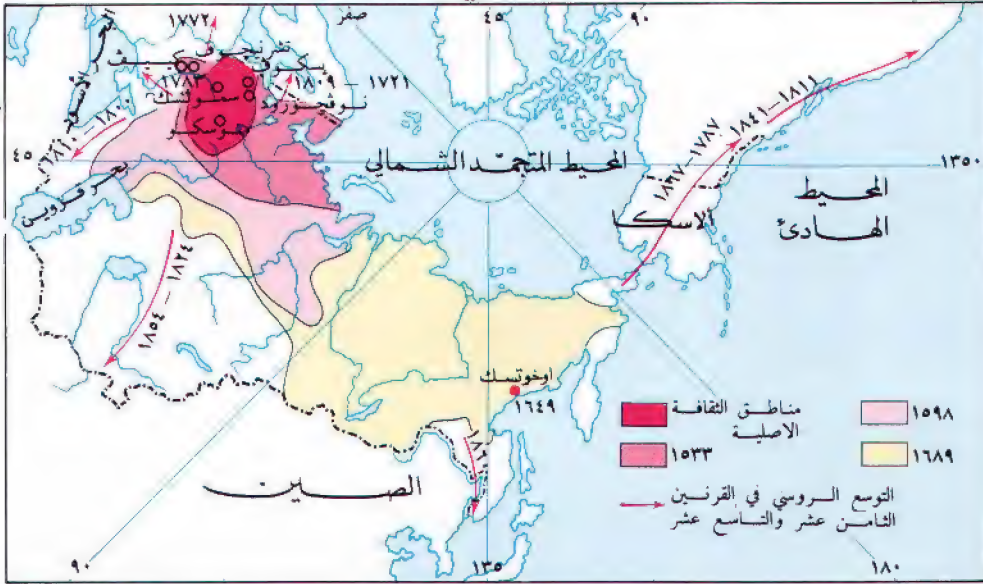
وتشكل الطاقة الكهربائية والطاقة النووية مصدرين آخرين هامين للطاقة في روسيا. وتتمتع روسيا بموارد ضخمة من القوة المائية، التي تؤمن حوالي ١٥٪ من مجمل الإنتاج الكهربائي السنوي. وقد أنشئت محطات كبيرة لتوليد الطاقة الكهربائية على الأنهار الكبيرة في روسيا الأوروبية، وأبرزها على نهري القولجا والدون. إلا أن أكبر المنشآت الكهربائية تقع على الأنهار العظيمة في سيبيريا، ولا سيما على نهري ينيسي وأنجارا. ويقع العدد الأكبر من المفاعلات النووية في روسيا الأوروبية. وتعتمد أكبر مدينتين في البلاد، موسكو وسان پيترسبورج، على الطاقة النووية. وقد دفعت حادثة شرنوبل في أوكرانيا العام ١٩٨٦ المسؤولين الروس إلى التخلي عن الخطط الموضوعة لزيادة القدرة النووية إلى حد بعيد، لكن الحكومة الروسية نقضت هذا القرار في العام ١٩٩٢، وأعلنت عن خطط لزيادة إنتاج الطاقة النووية في البلاد.

أوراسيا الشمالية

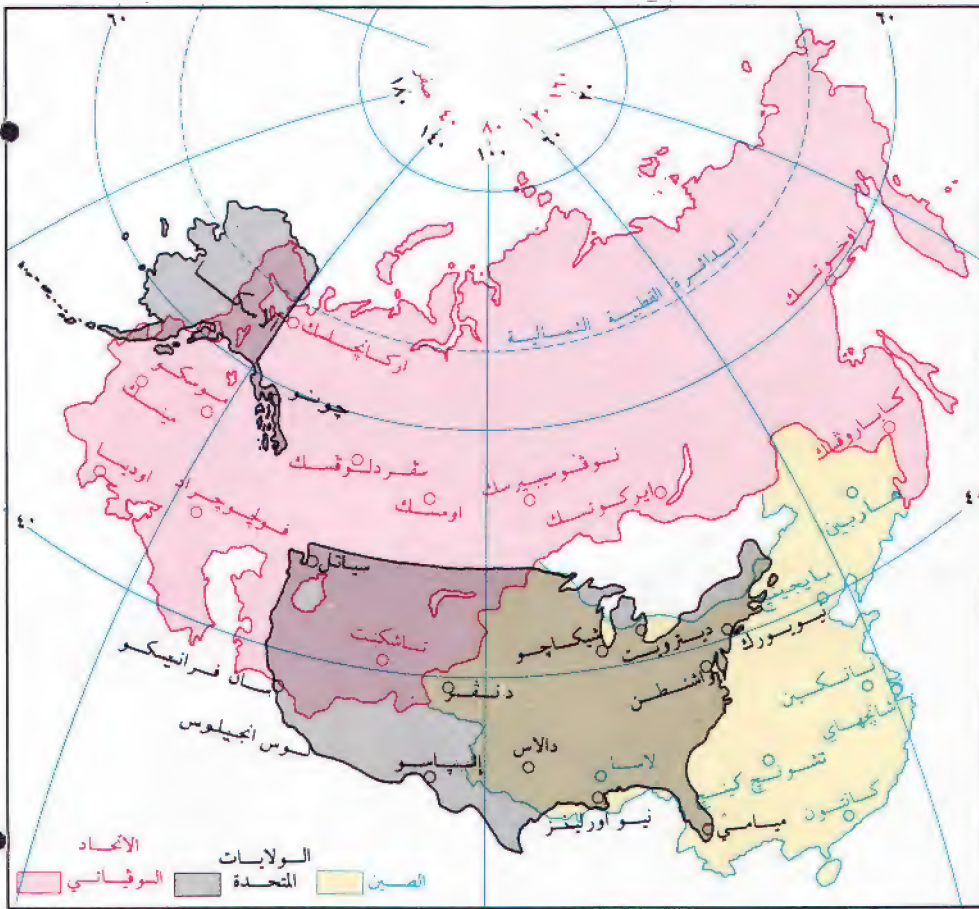




المراحل المتتالية للتوسع الروسي



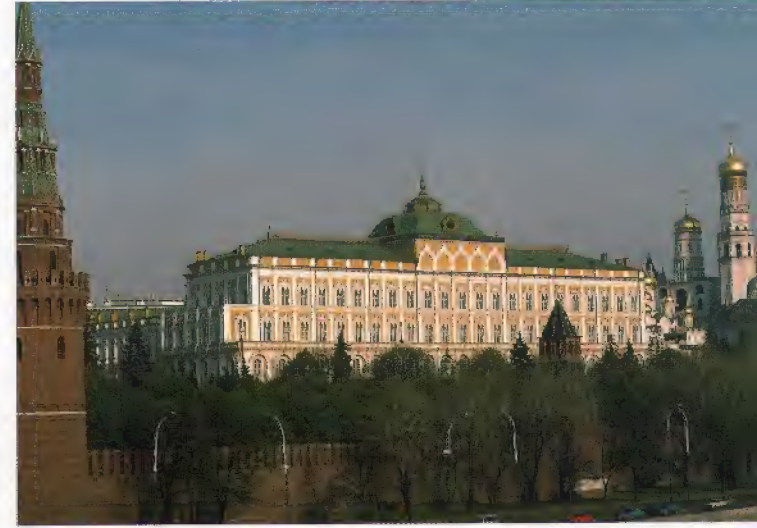
مقارنة المساحة بين كل من: الإتحاد السوفياتي السابق - الولايات المتحدة والصين



الإتحاد السوفياتي السابق: المواصلات الجوية والنهرية



روسيا: دير اندرونيكوف.



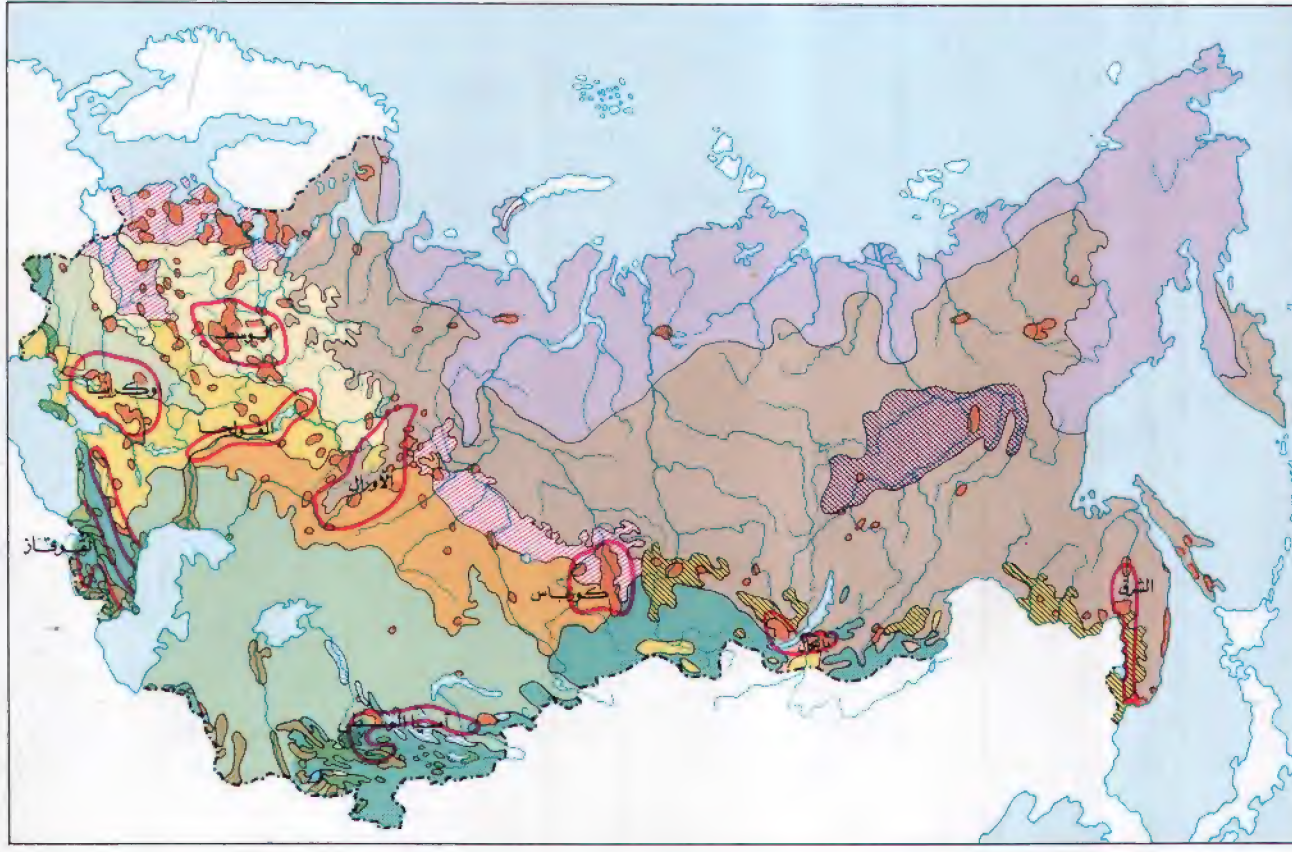
روسيا: مبنى الكرملين.



روسيا: منتزه كوسكوفو.



روسيا: الساحة الحمراء.



- حبوب ربيعية مع شمعندر
وتربية أبقار
- زراعة تفلب فيها المحبوب
- زراعة أكتان مع زراعات غذائية
وتربية الماشية
- حبوب وتربية الماشية
- زراعات مروية: قطر وفواكه
وخضار
- فواكه وكروم
- مراعي في المناطق الجافة ونصف الجافة
مع تربية الماشية في العراء
- زراعة الشمندر والحبوب الشتوية
- زراعة الخضار والفواكه الكثيفة
مع تربية البقر
- شاي ومحاصيل
- مراعي الجبال لتربية الغنم المنتجة
للحم والصوف
- مناطق تغلب فيها تربية البقر
- تربية الغنم للحم والصوف
في آسيا الوسطى
- تربية الدواجن
- تربية البقر والخيل في
المناطق السيبيرية
- مناطق صيد حيوانات الفرو
- المناطق الصناعية



تقع «التيجة» في جنوبي
التندرة، وهي منطقة
غابات صنوبرية شاسعة،
غنية بثروتها المنجمية
والخشبية الهائلة. المنطقة
صعبة الإختراق لكثافة
المستنقعات المنتشرة على
طول الغابة، خصوصاً في
المنطقة السيبيرية منها.



روسيا: المنتزه في موسكو.



روسيا: محمية كوسكوفو.



روسيا: التزلج على الجليد في ساحة الكنيسة.



أقصى شمالي روسيا منطقة ذات مناخ قارس جداً إلى درجة أن الأرض نفسها تجلّد لفترة طويلة. في هذه المنطقة، تنعدم الأشجار ولا ينبت سوى أعشاب التندرة. السكان قليلو العدد، ووسيلة النقل الوحيدة هي الرنة التي تعطي الحليب واللحم والجلد. هنا، منظر لقافلة من الزلاجات تجرّها الرنة. وفي أعلى الرسم، نموذج عن أعشاب المنطقة.



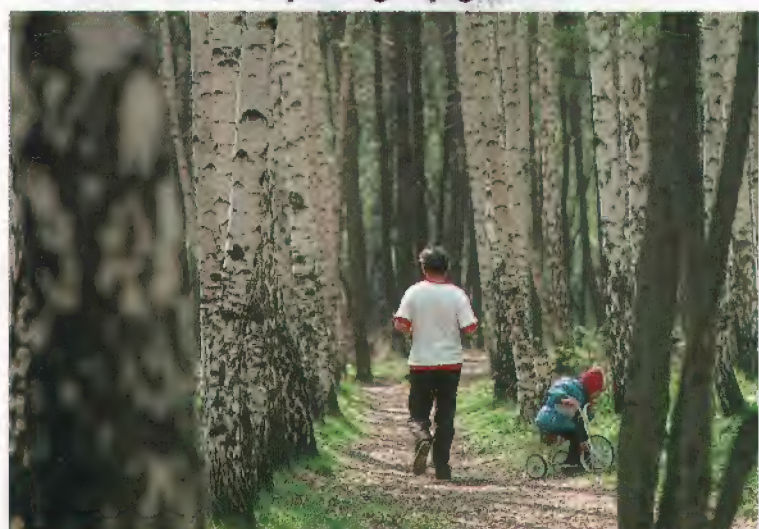
روسيا: تمثال لعمّال في تعاونية جماعية.



روسيا: تجمع في شارع أرباب في موسكو.



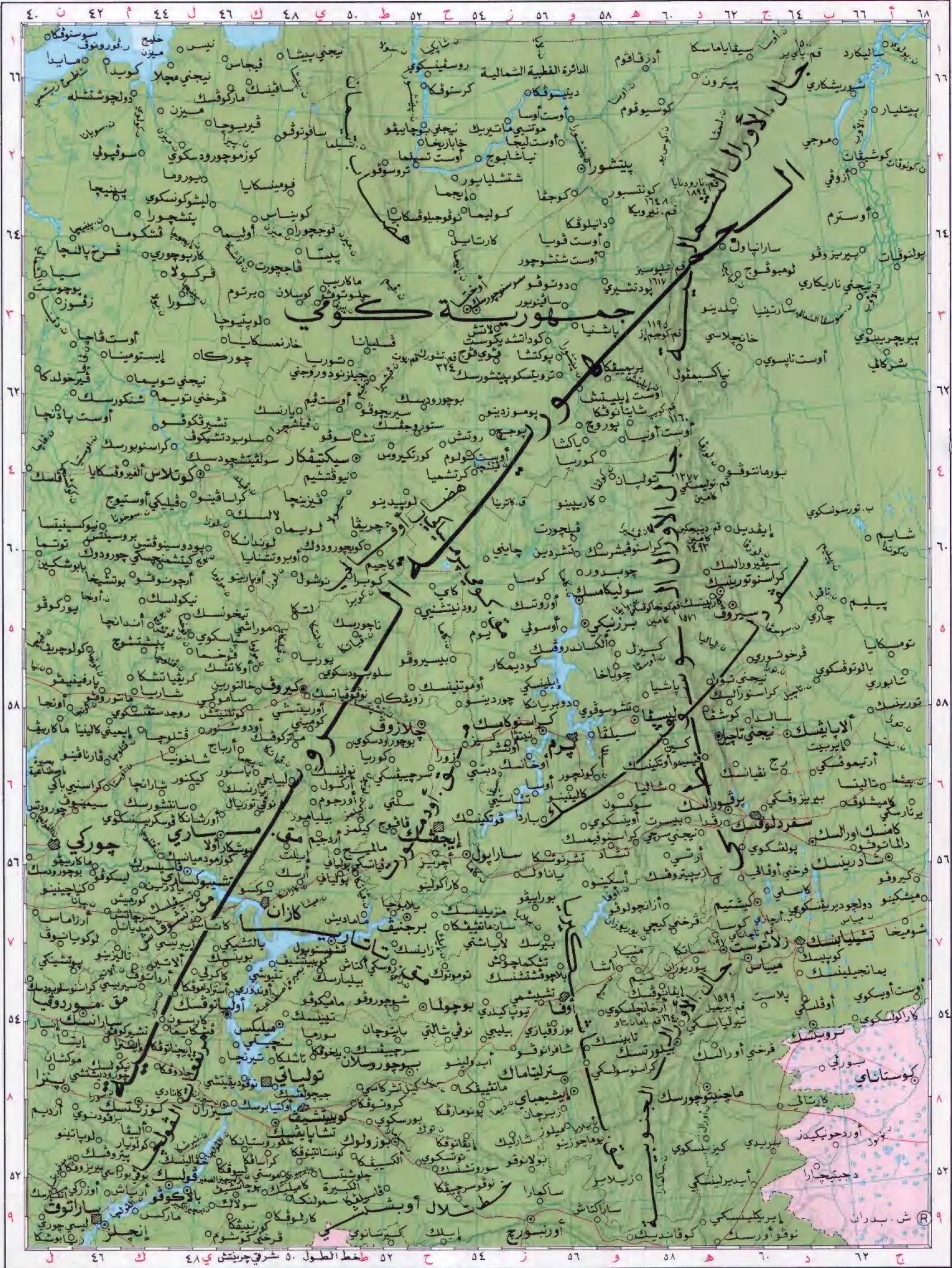
روسيا: تعاونية روسية.



روسيا: الغابات.







أميركا الشمالية



کندا: شلالات نیاچارا



أميركا الشمالية

أميركا الشمالية هي ثالث أكبر قارة بين قارات العالم السبع، وتشمل كندا (ثاني أكبر) والولايات المتحدة (رابع أكبر بلد في العالم) والمكسيك (الثالث عشر). وتضم القارة أيبا ومقاطعة سان بيير وميكيلون الفرنسية الصغيرة الواقعة عبر البحار، وبرمودا التابعة لبريطانيا في المحيط الأطلسي). تحتل الولايات المتحدة المرتبة الرابعة، والمكسيك المرتبة الحادية عشرين. أنشأت كندا والولايات المتحدة، في فترة مبكرة، اقتصاداً حديثاً متطوراً تكنولوجياً وتكنولوجياً من جيرانها، على بعض أكبر تراكومات النفط والغاز الطبيعي في العالم.

تشكل أميركا الشمالية مع أميركا الوسطى وأميركا الجنوبية نصف الكرة الغربي من العالم. على أنها تضم أميركا الوسطى وجزر الأنثيل والباهاما. يُشتق اسم أميركا من اسم الرحالة الإسباني. يكون زار البر الرئيسي لأميركا الشمالية في العامين ١٤٩٧ و١٤٩٨.

البيئة الطبيعية

لشمال أميركا شكل شبه مثلث، ويقع أقصى اتساع لها في الشمال. يقع القسم الأكبر المتوسطة البعد عن خط الاستواء، مع وجود جزء شمالي كبير في منطقة القطب الشمالي. تنبسط القارة من الشرق إلى الغرب، من نوردوست روندينجن (الرأس الشمالي الشرقي) الغربي من جزيرة أتل في ألاسكا. وتمتد القارة من الشمال إلى الجنوب، من رأس موريس جاكسون في المكسيك. يحده أميركا الشمالية المحيط المتجمد الشمالي من الشمال؛ والمحيط الأطلسي من الشرق؛ والمحيط الهادئ من الجنوب؛ والمحيط الهادئ من الغرب.

حدود أميركا غير منتظمة؛ أما الخط الساحلي فهو وعر ومحفور بالخلجان، مع وجود فجوات عميقة هائلة في الشاطئ: خليج هدسون في الشمال الشرقي، وخليج المكسيك في الشمال الغربي. ويتنشر الكثير من الجزر الصغيرة قرب الساحلين الشرقي والغربي، لكن في الشمال.

التاريخ الجيولوجي

وفقاً لنظرية مسلم بصحتها بشكل عام، تقع جميع أراضي أميركا الشمالية تقريباً فوق هائلة تُعتبر إحدى الوحدات الإثنتي عشرة تقريباً التي تُولف فسيفساء بنية القشرة الأرضية الحديثة، في ما مضى، مع أوروبا وأفريقيا الحاليتين، وأنها بدأت بالانفصال عنهما منذ الجوراسي، وقد تسارعت عملية الإنزياح القاري منذ ٩٥ مليون سنة، في العصر الطباشيري. وبسرعة ١,٢٥ سنتيمتر في السنة تقريباً، يُعتقد أنّ الصفحة التي تحمل المحيط الشمالي الكبير، ما تسبب بظهور سلسلة من الجبال العالية بمحاذاة الساحل الغربي. أدى ذلك على طول الساحل الشرقي، ما تسبب بتكوين الجبال والجزر قبالة الشاطئ.

المناطق الفيزيوجرافية

يمكن تقسيم أميركا الشمالية إلى خمس مناطق فيزيوجرافية كبيرة. يشكل النصف الشرقي من جرينلاند وأجزاء من مينيسوتا وويسكونسن وميشيغان ونيويورك في الولايات المتحدة هضبة تعلو صخوراً بلورية قديمة. تغطي الغابات الكثيفة القسم الأكبر من هذه المنطقة ذاتها من سهل ساحلي يمتد على القسم الأكبر من شرق الولايات المتحدة والمكسيك. وفي الجنوب من الغرب منطقة تالية تشمل سلسلة ضيقة نسبياً من الجبال والتلال، أبرزها جبال الأبالاش. الرابعة من الجزء الأوسط من القارة، الذي يمتد من جنوب كندا إلى جنوب غرب تكساس، واسعة الامتداد شهدت فترات متناوبة من الإنغمار تحت الماء والارتفاع فوق سطح الماء، ما الصخور الرسوبية. لا تشكل هذه المنطقة أرضاً مسطحة مستوية خالية من العوائق، بل تشبه مناطق كثيرة التلال، مثل هضبة الأوزارك. ويتألف القسم الغربي من المنطقة من السهول الكبار جبال الروكي.

أما المنطقة الخامسة من أميركا الشمالية فتقع في أقصى الغرب من القارة وتشمل القسم الناشط جيولوجياً تشهد تكوين الجبال؛ وتسود الحركات القشرية والنشاط البركاني تاريخياً.

السهول الكبرى في الولايات المتحدة وكندا، ترتفع جبال الروكي التي تتصل جيولوجياً بسلسلة السيرا مادري الشرقية في المكسيك. وتمتد إلى الغرب منطقة من الأحواض المبعثرة والهضاب العالية، تشمل الهضبة الداخلية لكولومبيا البريطانية في كندا، وهضبة الكولورادو والحوض الكبير في الولايات المتحدة، والهضبة الوسطى الشاسعة في المكسيك. على طول ساحل الهادي، يرتفع عدد من المجموعات الجبلية الشاهقة، التي تمتد من سلسلة ألأسكا إلى السيرا مادري الغربية والسيرا مادري الجنوبية في المكسيك. وبين المنطقتين، تمتد سلاسل جبلية مثل الكوست رانج (الجبال الساحلية) في كولومبيا البريطانية، وسلسلة الكاسكاد والكوست رانج والسيرا نيفادا في الولايات المتحدة. ويتنشر بين السلاسل الجبلية بعض المناطق الخفيفة، وأبرزها الوادي الأوسط الخصب في كاليفورنيا. جبل ماك كنلي، هو أعلى قمة في أميركا الشمالية (٦١٩٤ متراً) ويقع في سلسلة جبال ألأسكا، أما أدنى نقطة فتقع على ٨٦ متراً تحت مستوى سطح البحر، وذلك في ديث فالي (وادي الموت) في كاليفورنيا، الذي يشكل جزءاً من الحوض الكبير.

الثروة المائية

إن الحدّ الفاصل القاري، أو الكبير، الذي يمتد بشكل رئيسي على طول قمم جبال الروكي، يقسم أميركا الشمالية إلى حوضي صرف كبيرين. إلى شرق الحدّ الفاصل، تجري المياه نحو المحيط المتجمّد الشمالي وخليج هدسون والمحيط الأطلسي وخليج المكسيك؛ وإلى الغرب منه، تجري الأنهار باتجاه المحيط الهادي.

تسيطر شبكتا صرف كبيرتان - شبكة البحيرات الكبرى ونهر السان لوران، وشبكة نهري المسيسيبي والميسوري - على الهيدرولوجيا في شرق ووسط أميركا الشمالية. تُصرف البحيرات الخمس الكبرى (سايبيرور، ميشيجان، هورون، إيري وأونتاريو) باتجاه الشمال الغربي إلى المحيط الأطلسي عبر نهر السان لوران القصير نسبياً. ويُصرف معظم الجزء الأوسط من الولايات المتحدة وجزء صغير من جنوب كندا باتجاه الجنوب إلى خليج المكسيك عبر نهر المسيسيبي وروافده، لا سيما نهر المسوري، أطول نهر في أميركا الشمالية. ويجري عدد كبير جداً من الأنهار القصيرة، ولكن الغزيرة، في الكثير من الأحوال، باتجاه الأطلسي وخليج المكسيك على طول السواحل الشرقية لكندا والولايات المتحدة والمكسيك. يُصرف شمال المنطقة الداخلية من القارة عبر شبكة نهر ماكنزي الكبيرة في غرب كندا، وعبر الأنهار الكثيرة التي تصب في خليج هدسون، إلى غرب الحدّ الفاصل القاري، نجد عدداً قليلاً نسبياً من الأنهار الكبيرة (وأبرزها الكولورادو وكولومبيا وفريزر واليوكون) ومجموعة كبيرة من المجاري المائية القصيرة والغزيرة الماء. لا يضمّ الجزء الجنوبي من أميركا الشمالية سوى بضع بحيرات طبيعية كبيرة، لكنّ كندا وشمال الولايات المتحدة يحتويان على عدد مرتفع من البحيرات الكبيرة. نجد في هذه المنطقة بحيرة سايبيرور، أكبر بحيرة مياه عذبة في العالم، و ١٠ من أكبر ٢٥ بحيرة طبيعية أخرى في العالم. إن بحيرة ميد، الواقعة على نهر الكولورادو في الولايات المتحدة، هي بحيرة اصطناعية كبيرة. وتتميز بحيرة جريت سولت (البحيرة المالحة الكبرى)، في يوتا، بارتفاع ملحوظ مياهها.

المناخ

تتمتع أميركا الشمالية بتنوع مناخي هائل، إلا أنه يمكن تحديد خمس مناطق مناخية رئيسية في القارة. يخضع الثلثان الشماليان من كندا وألاسكا، إضافة إلى كامل جرينلاند، لمناخ قطبي شمالي وشبه قطبي شمالي يتناوب فيه شتاء شديد البرودة مظلم وطويل، وصيف لطيف قصير. يغطي الثلج والجليد في معظم أيام السنة القسم الأكبر من المنطقة، التي تتلقى عموماً كمية ضئيلة من الهواطل. وتتألف منطقة مناخية ثانية من الثلثين الشرقيين للولايات المتحدة وجنوب كندا. وتتميز هذه المنطقة بمناخ رطب تظهر فيه الفصول الأربعة بشكل واضح، ويكثر فيه تبدل الطقس. ويتميز الجزء الجنوبي من

هذه المنطقة بمعدل درجات حرارة أكثر ارتفاعاً. تشمل المنطقة الثالثة الجزء الغربي من داخل الولايات المتحدة وقسماً كبيراً من شمال المكسيك. تتشكل هذه المنطقة، في معظمها، من أراض جبلية وصحرائية، تتلقى عموماً كميات ضئيلة من الهواطل، ولكن مع تغيرات محلية مهمة ناتجة عن الاختلاف في الارتفاع والتعرض للعوامل الجوية. تتكوّن المنطقة المناخية الرابعة من منطقة ضيقة بمحاذاة المحيط الهادي، تمتد من جنوب ألأسكا إلى جنوب كاليفورنيا. يتميز هذا المناخ بشتاء معتدل نسبياً، ولكن رطب، وصيف شبه جاف. يسود المناخ المداري في القسم الأكبر من جنوب المكسيك، ويتميز هذا المناخ بدرجات حرارة مرتفعة على مدار السنة وكمية كبيرة من الهواطل، لا سيما في الصيف.

الغطاء النباتي

تغير الغطاء النباتي في أميركا الشمالية، إلى حد بعيد، بفعل أنشطة الإنسان، لكن طبيعته العامة لا تزال ظاهرة في قسم كبير من القارة. تتشكل التيجة، أو الغابة الشمالية، أهم غابة في أميركا الشمالية، وهي امتداد هائل من الأشجار الصنوبرية بشكل خاص (لا سيما البيسية والتوتوب والشوكران واللازكس) يغطي معظم جنوب ووسط كندا ويمتد إلى داخل ألأسكا. في شرق الولايات المتحدة، قطع الجزء الأكبر من الغابة المختلطة التي كانت تغطي المنطقة، والتي تغلب فيها الأشجار ذات الأوراق المعبرة في الشمال وأنواع مختلفة من الصنوبر الأصفر في الجنوب الغربي، لكن مساحة كبيرة منها قد نمت من جديد منذ الأربعينات. في الجزء الغربي من القارة، تتواجد الغابات بشكل أساسي فوق الجبال وتغلب فيها الصنوبريات. في كاليفورنيا، تبلغ الجبارة الغزوية والسكوية^(١) حجماً هائلاً. ويمتد خليط كبير من الأنواع المختلفة غابات المكسيك المدارية.

يتكوّن الغطاء النباتي في المناطق الأكثر جفافاً من أميركا الشمالية من الأعشاب والجنابات بشكل خاص. وكانت السهول الوسطى والمروج في الولايات المتحدة وجنوب كندا مغطاة في الأصل بالعشب، لكن المحاصيل الزراعية قد حلت مكان القسم الأكبر من النباتات الطبيعية. فوق الأراضي الجافة في غرب الولايات المتحدة وشمال المكسيك، تنتشر جنابات ونباتات صبار من أنواع وضروب مختلفة. وبعد النطاق الشجري في أقصى الشمال، تمتد منطقة التندرة، التي تحتوي على خليط من الشعادي والأعشاب والحزاز والأشنّة الخفيفة.

الحياة الحيوانية

كانت الحياة البرية البلدية في أميركا الشمالية وفيرة ومتنوعة، لكن الاستيطان البشري الواسع أدى إلى تقليص مواطن الحيوانات وخفض أعدادها. تشبه حيوانات أميركا الشمالية، بوجه العموم، الحيوانات في المناطق الشمالية من أوروبا وآسيا. وتشمل الثدييات الكبيرة الهامة التي تعيش في أميركا الشمالية عدّة ضروب من الدببة، التي يشكل الدب الرمادي أو الأشيب أكبرها؛ وكبش الجبال الصخرية، والبيسون الذي يعيش اليوم في قطعان محمية فقط، والرتة، والموظ المعروف بالإلكة في أوروبا، وثور المسك والوثيت (الأيل الأميركي). وتشمل اللواحم الكبيرة الكوجر، وفي المناطق الواقعة في أقصى الجنوب، اليغور (الجاغوار)؛ والدب ونسيه الأصغر حجماً القيتوط؛ وفي أقصى الشمال الدب القطبي. ومن الحيوانات البلدية الأخرى، نذكر الأوبوسوم العادي، وهو نوع من الجرايئات. تكثر الزواحف في أميركا الشمالية، وبعضها شديد السمية، مثل الأفعى المرجانية؛ والجلجليات، كذات الأجراس (أو الجلجلية) ونحاسية الرأس؛ والهليّة والعظاية السبحية في جنوب غرب الولايات المتحدة والمكسيك، وهما العظايتان السامتان الوحيدتان في العالم. وتعيش مجموعة كبيرة ومتنوعة من الأسماك والحشرات في مياه البحر قبالة شواطئ أميركا الشمالية، كما نجد الكثير من أنواع الأسماك في الأنهار وبحيرات المياه العذبة.

(١) الجبارة الغزوية والسكوية: شجر حرجي من الفصيلة الصنوبرية، يبلغ طوله في كثير من الأحيان حوالي ١٠٠ متر.

الموارد المعدنية

تتمتع أميركا الشمالية بتراكمات كبيرة من عدة خامات معدنية هامة. يتواجد النفط والغاز الطبيعي بكميات ضخمة في شمال ألاسكا وغرب كندا وجنوب وغرب الولايات المتحدة على الحدود مع المكسيك وشرق المكسيك؛ كما تمتد طبقات هائلة من الفحم في شرق وغرب كندا والولايات المتحدة؛ وتقع تراكمات ضخمة من الحديد الخام في شرق كندا وشمال الولايات المتحدة ووسط المكسيك. وتملك كندا أيضاً تراكمات كبيرة من النحاس والنيكل والأورانيوم والزنك والأسبستوس واليوتاس؛ وتحتوي الولايات المتحدة على كميات كبيرة من النحاس والموليبدنوم والنيكل والصخر الفوسفاتي والأورانيوم؛ وتتمتع المكسيك باحتياطي كبير من الباريوم والنحاس والفلوريت والرصاص والزنك والمنغنيز والكبريت. وتملك جميع هذه البلدان تراكمات كبيرة من الذهب والفضة.

النمو الاقتصادي

إن الأنشطة الاقتصادية في أميركا الشمالية أنشطة واسعة التنوع والاختلاف. تتمتع الولايات المتحدة وكندا باقتصاد حديث متطور. جاء تعصير وتجديد الاقتصاد في المكسيك متفاوتاً وغير منتظم، فقد حدث تقدم كبير في مجال تأمين الطاقة والنقل والصناعة، لكن الاقتصاد يعاني تضخماً مزمناً وعبء الديون المتراكمة.

الزراعة

تشكل الزراعة نشاطاً مهماً نسبياً في المكسيك أكثر من أي بلد آخر في أميركا الشمالية، وتشغل حوالي ٢٥٪ من اليد العاملة (مقابل ٣٪ تقريباً في الولايات المتحدة و٥٪ في كندا). ولا تزال الزراعة الكفائية مهمة في كل أنحاء المكسيك، لا سيما في الجنوب؛ إلا أن الزراعة التجارية متطورة جداً في الكثير من المناطق، خصوصاً في الهضبة الوسطى وفي الشمال. وأهم السلع الزراعية في أميركا الشمالية هي الذرة والقمح والفاصولياء، التي تُزرع في المقام الأول للإستهلاك المحلي، والقطن والأبقار والبن والسكر، التي تُنتج في القسم الأكبر منها للتصدير.

تطغى في الولايات المتحدة وكندا، المزارع الممكنة بدرجة عالية، التي تنتج كميات هائلة من المحاصيل والمواشي والدواجن ومشتقاتها. وتشكل السهول الكبرى في وسط الولايات المتحدة والمقاطعات الواقعة في منطقة المروج الكندية (مقاطعات ألبرتا ومانيتوبا وساسكاتشوان) إحدى أكبر المناطق المنتجة للحبوب (خصوصاً القمح، وأيضاً الشعير والشوفان والجاودار والشرغوم الحبي - نوع من الذرة) والبنور الدهنية والمواشي (أبقار لإنتاج اللبن واللحم وخراف) في العالم. وقد يكون حزام الذرة، أي الجزء من الغرب الأوسط في الولايات المتحدة الممتد من غرب أوهايو إلى شرق نبراسكا، أفضل منطقة للمزارع الكبيرة في العالم؛ وتشكل هذه المنطقة المنتج الأول في العالم للذرة، كما أنها من أكبر منتجي الحبوب الأخرى وفول الصويا والأبقار والخنازير. تنتج الزراعة في كاليفورنيا كمية هائلة من المحاصيل المروية المرتفعة القيمة، وأبرزها الفواكه والخضر. وتنتج أيضاً كل من فلوريدا وتكساس كميات كبيرة من الفواكه والخضر، كما تُزرع البطاطا بكميات ضخمة في أيداهو وولاية واشنطن وأوريغون وماين ونورث داكوتا (داكوتا الشمالية) وجنوب شرق كندا. وتشمل المنتجات الزراعية الهامة الأخرى القطن والدجاج والمنتجات اللبنية وقصب السكر.

الحراثة وصيد الأسماك

تعتبر الحراثة قطاعاً هاماً من الاقتصاد الكندي، وخصوصاً في كولومبيا البريطانية وأونتاريو ومقاطعة كيبيك. وتزدهر أيضاً صناعات المنتجات الحرجية في غرب الولايات المتحدة (وخصوصاً في واشنطن وأوريغون و كاليفورنيا) وفي جنوب شرق الولايات المتحدة.

يشكل صيد الأسماك النشاط الاقتصادي الرئيسي في جرينلاند، لكنه قطاع غير مهم

نسبياً في كندا والولايات المتحدة والمكسيك، مع أن مقدار الصيد كبير، وأن بعض المناطق الساحلية تعتمد على مداخل بيع الأسماك والمحار. إلى جانب المياه المجاورة لجرينلاند، تقع مناطق الصيد الكبيرة قبالة الساحل الشمالي للهادي، والساحل الشمالي للأطلسي، والساحل الجنوبي للأطلسي وساحل خليج المكسيك. إضافة إلى ذلك، تتركز أساطيل كبيرة من السفن المخصصة لصيد التونة في جنوب كاليفورنيا وغرب المكسيك.

التعدين

إن استخراج الأركزة المعدنية نشاط اقتصادي متزايد الأهمية في الولايات المتحدة وكندا والمكسيك. تعتبر الولايات المتحدة منذ عدة سنوات من أكبر منتجي النفط في العالم، وتشكل كندا منتجاً كبيراً للنفط منذ الأربعينات، كما أصبحت المكسيك أكبر منتج للزيت الخام في أواخر السبعينات. تحتل الولايات المتحدة المرتبة الثانية في العالم بين الدول المنتجة للغاز الطبيعي، كما أنها في الطليعة بالنسبة لاستخراج الفحم، الذي يُنتج بشكل خاص في المناجم الأبلاشية الكبيرة. لطالما كان الحديد الخام من أهم الأركزة المعدنية المنتجة في الولايات المتحدة وكندا، وهو يُستخرج بشكل رئيسي من الطبقات المعدنية حول الطرف الغربي لبحيرة سايبيريور. مؤخراً، أنتجت كمية كبيرة من الحديد الخام في المنطقة الحدودية بين مقاطعة كيبيك واللابرادور في شرق كندا. ومن الأركزة الأخرى التي استُخلصت بكميات كبيرة في أميركا الشمالية، هناك النحاس والفضة والرصاص والزنك والنيكل والكبريت والأسبستوس والأورانيوم والصخر الفوسفاتي واليوتاس.

الصناعة

لطالما شكلت الصناعة قطاعاً اقتصادياً أساسياً في الولايات المتحدة. وقد تركزت المصانع بشكل رئيسي في المناطق المدنية الواقعة في حزام صناعي يمتد تقريباً من بوسطن إلى شيكاغو. ولكن، منذ الخمسينات، نمت الصناعة، إلى حد بعيد، في أنحاء أخرى من البلاد، وخصوصاً في مدن كاليفورنيا الكبيرة وفي الولايات الجنوبية الشرقية. تتميز السلع المنتجة بتنوع كبير، مع التركيز على المعادن الأولية والمصنعة والمواد الغذائية المعالجة، والآلات، والتجهيزات الالكترونية والمستعملة في المجال الفضائي الجوي، والمركبات السيارة، والمواد الكيميائية، والنسيج، والملابس، والورق، والمطبوعات. تشكل الصناعة أيضاً نشاطاً اقتصادياً رئيسياً في كندا. وتقع المصانع، بشكل رئيسي، في مدن أونتاريو ومقاطعة كيبيك وكولومبيا البريطانية وألبرتا؛ وتشكل تورونتو ومونريال المركزين الصناعيين الأولين في كندا. تنتج المصانع الكندية مجموعة واسعة ومنوعة من السلع، وخصوصاً المواد الغذائية والمشروبات المعالجة، وتجهيزات النقل، والورق وغيره من المنتجات الحرجية، والمعادن الأولية والمصنعة، والمواد الكيميائية والتجهيزات الكهربائية والالكترونية.

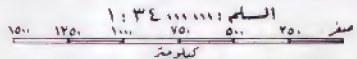
تزايدت أهمية الصناعة في الاقتصاد المكسيكي منذ الأربعينات. بالرغم من أن المصانع المكسيكية ليست متطورة تكنولوجياً، كما في الولايات المتحدة وكندا، فإنها تنتج مجموعة واسعة من السلع، أبرزها المواد الكيميائية، والملابس، والمواد الغذائية المعالجة، والمركبات السيارة وقطع الغيار للسيارات، ومواد البناء، والتجهيزات الكهربائية والالكترونية. تشكل مدينة مكسيكو أهم مركز صناعي في البلاد، لكن عدة مدن أخرى، مثل مونتيري وجوادالاجارا، تحتوي على تركيزات كبيرة من المصانع.

الطاقة

تستهلك أميركا الشمالية كميات هائلة من الطاقة. وتعتمد كندا، أكثر من الولايات المتحدة والمكسيك، على الكهرباء المولدة بالطاقة المائية، لكنها تستهلك أيضاً كميات كبيرة من النفط والغاز الطبيعي. يفرض الإستهلاك الهائل للطاقة في الولايات المتحدة استيراد كميات كبيرة من النفط والغاز الطبيعي لسد الإنتاج المحلي الضخم من الفحم والنفط والغاز الطبيعي والطاقة الكهرومائية والنوية. في المكسيك، ازداد إنتاج الطاقة بنسبة كبيرة في السبعينات وأوائل الثمانينات، وذلك بفعل ازدياد كميات النفط والغاز الطبيعي المستخرجة محلياً.

خريطة روم ٤٥







كندا: محمية لا موريسي، كيبيك.



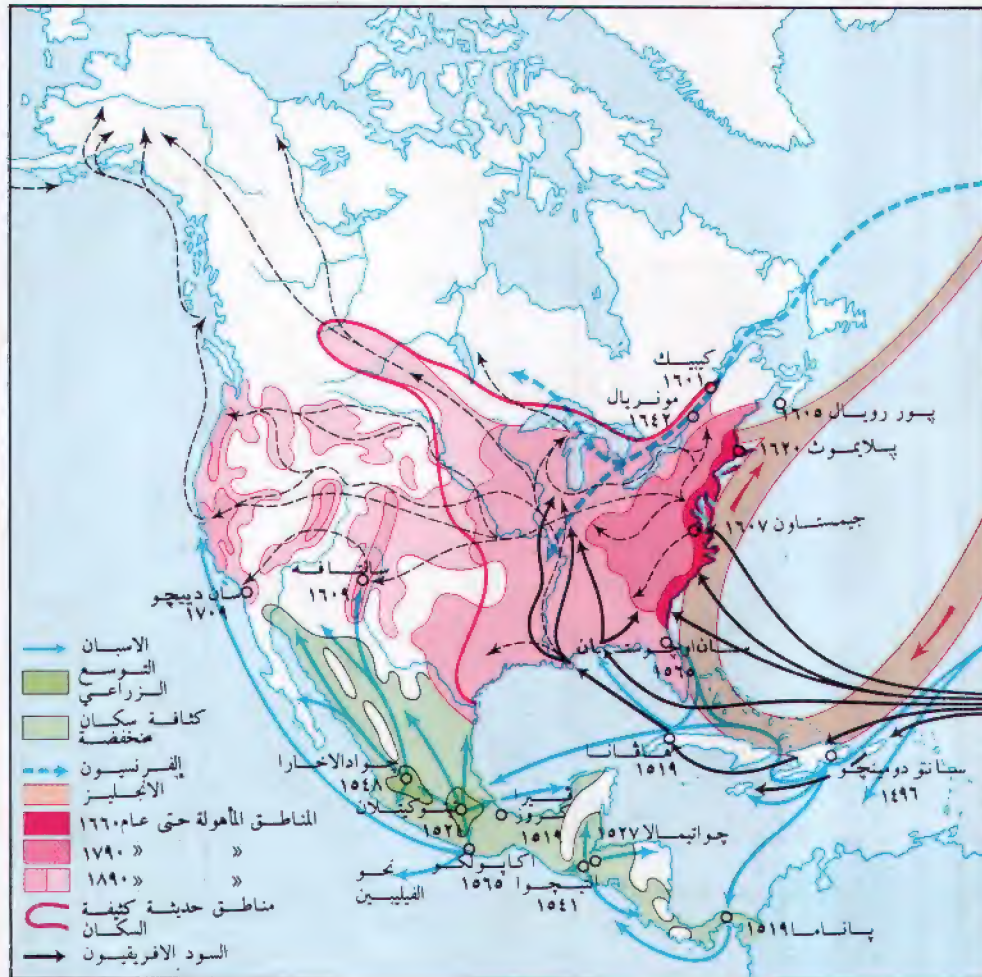
الولايات المتحدة: مدينة نيويورك.

قتابل المنود - رحلات الاستكشاف في أمريكا الشمالية



خطوط رحلات الاستكشاف
 اللغات
 الأسبانية —————
 الفرنسية - - - - -
 الإنجليزية - - - - -
 الأوتو-أزتيك
 الماسكوجية
 السالكس
 الأيروكوا
 المايا
 الأتابسكية
 مجموعات لغوية أخرى

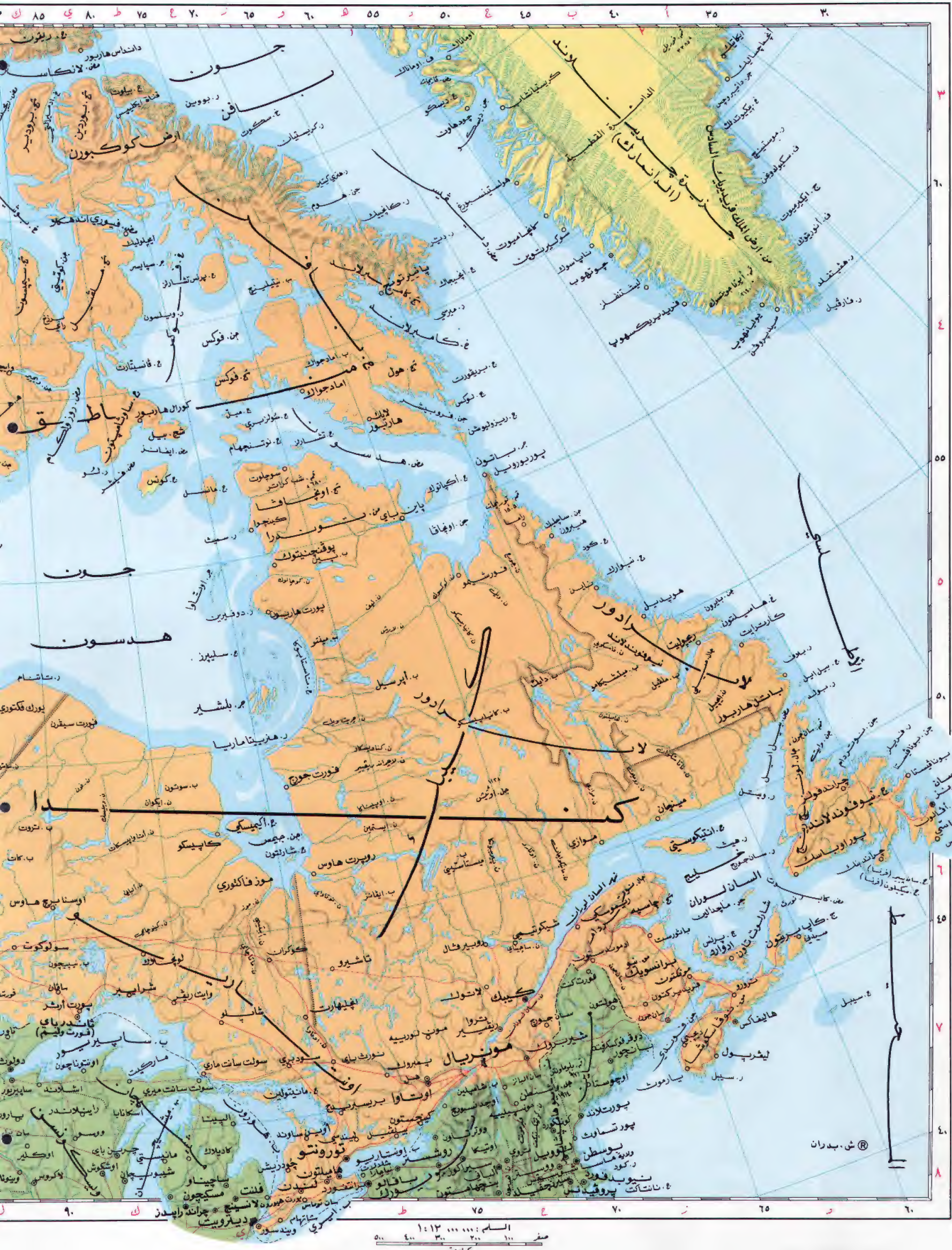
أمريكا الشمالية والوسطى: الموجات الاستيطانية

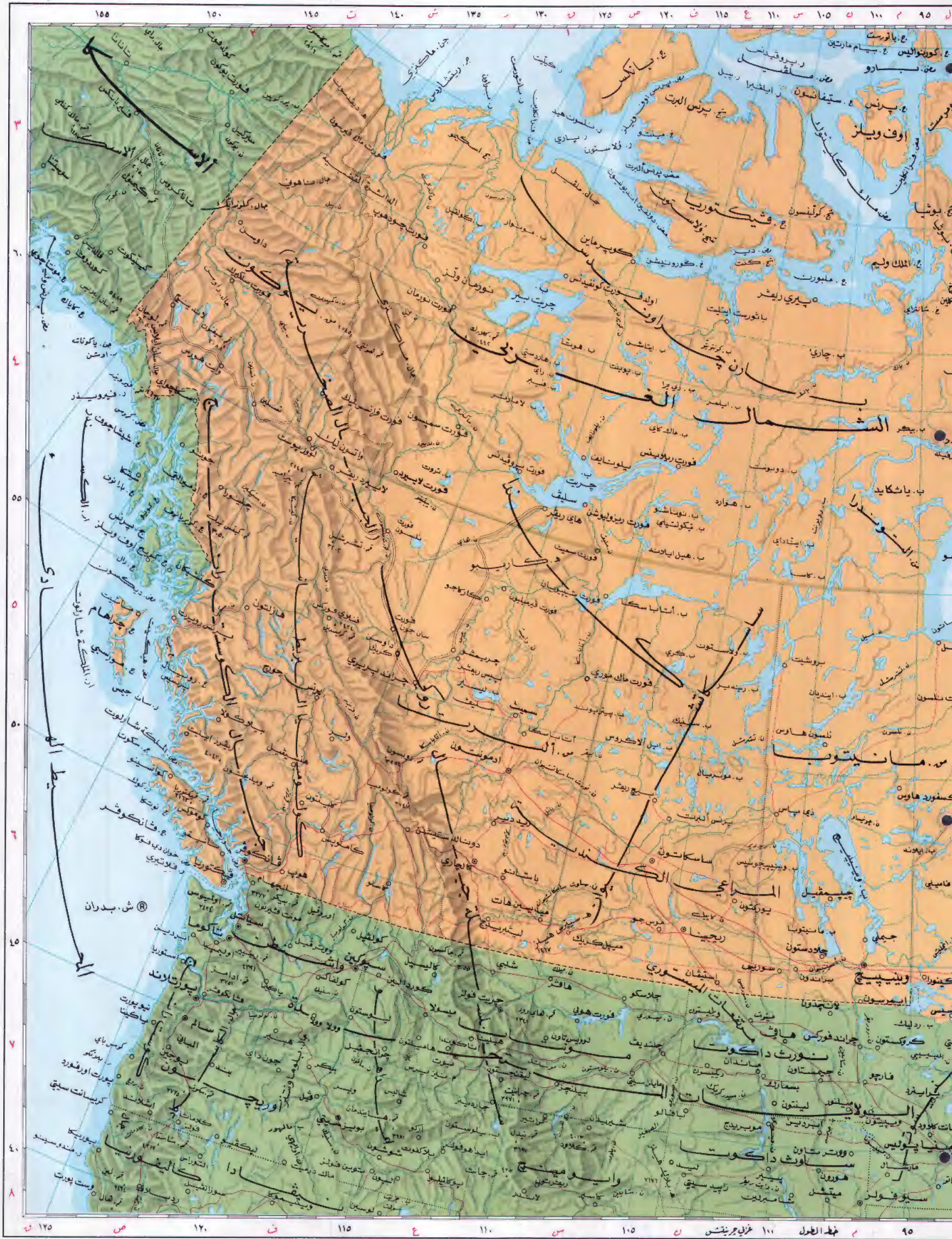


الولايات المتحدة: طريق تيوجا الصخرية في محمية يوسمايت.



الولايات المتحدة: بحيرة يلوستون الساخنة المعدنية.





[illegible]



ألاسكا: قمم ماك كنلي



ألاسكا: قمم ماك كنلي

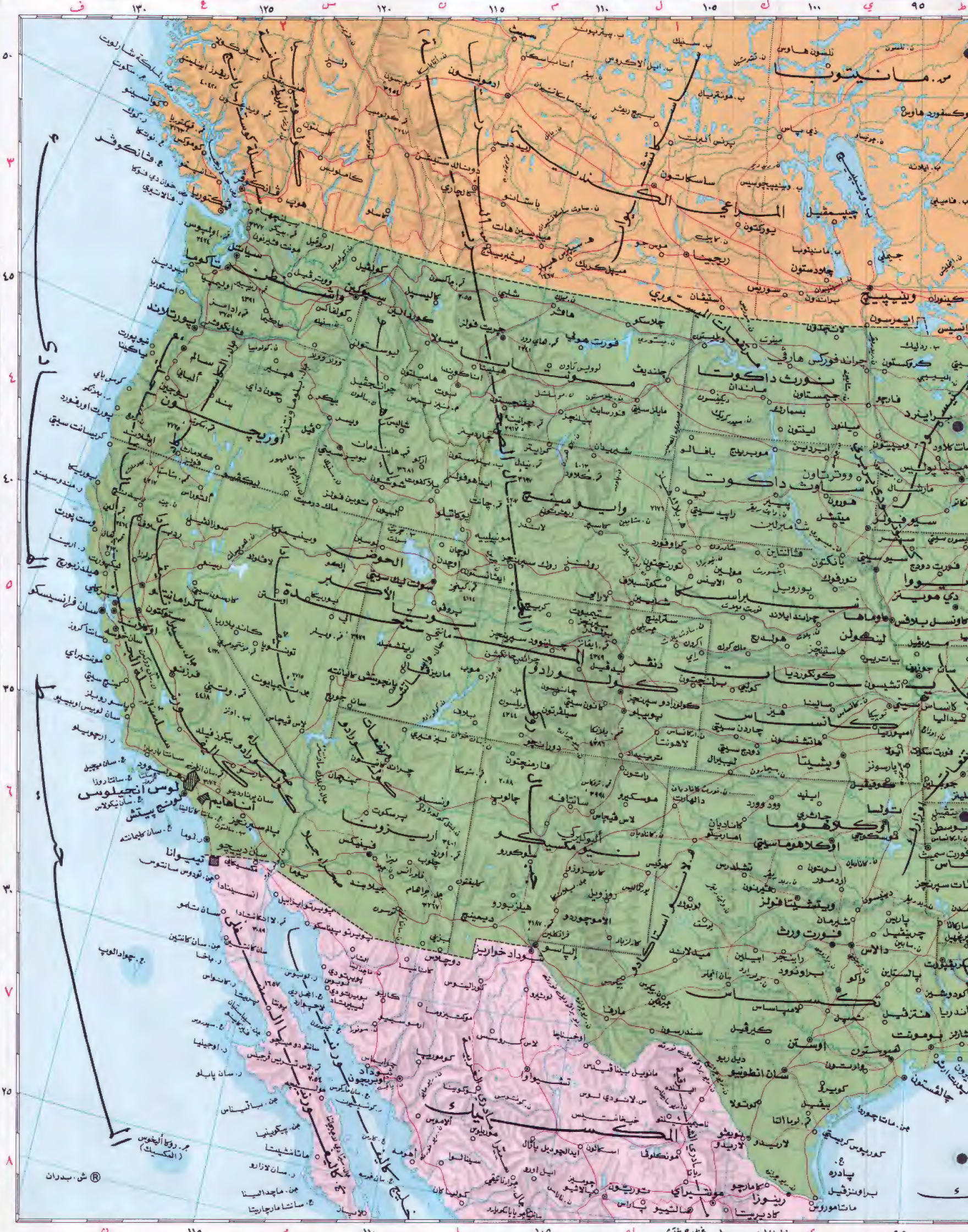


ألاسكا: مجلدة ترالاياكا



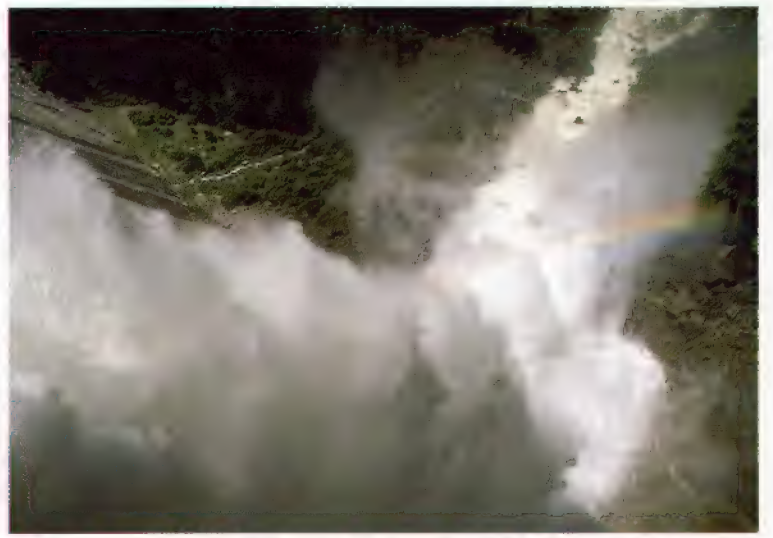
ألاسكا: منحدرات جبال ماك كنلي







الولايات المتحدة: بحيرة كريتير في جبال الكاسكاد.



الولايات المتحدة: شلالات نيفادا.



الولايات المتحدة: بحيرة سانت ماري في محمية جليشر.



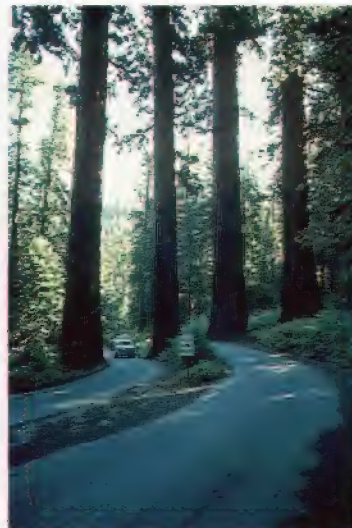
الولايات المتحدة: بحيرة فرجينيا.



الولايات المتحدة: قمم فول ريفير في سلسلة جبال روكي.



الولايات المتحدة: بحيرة تيوجا.

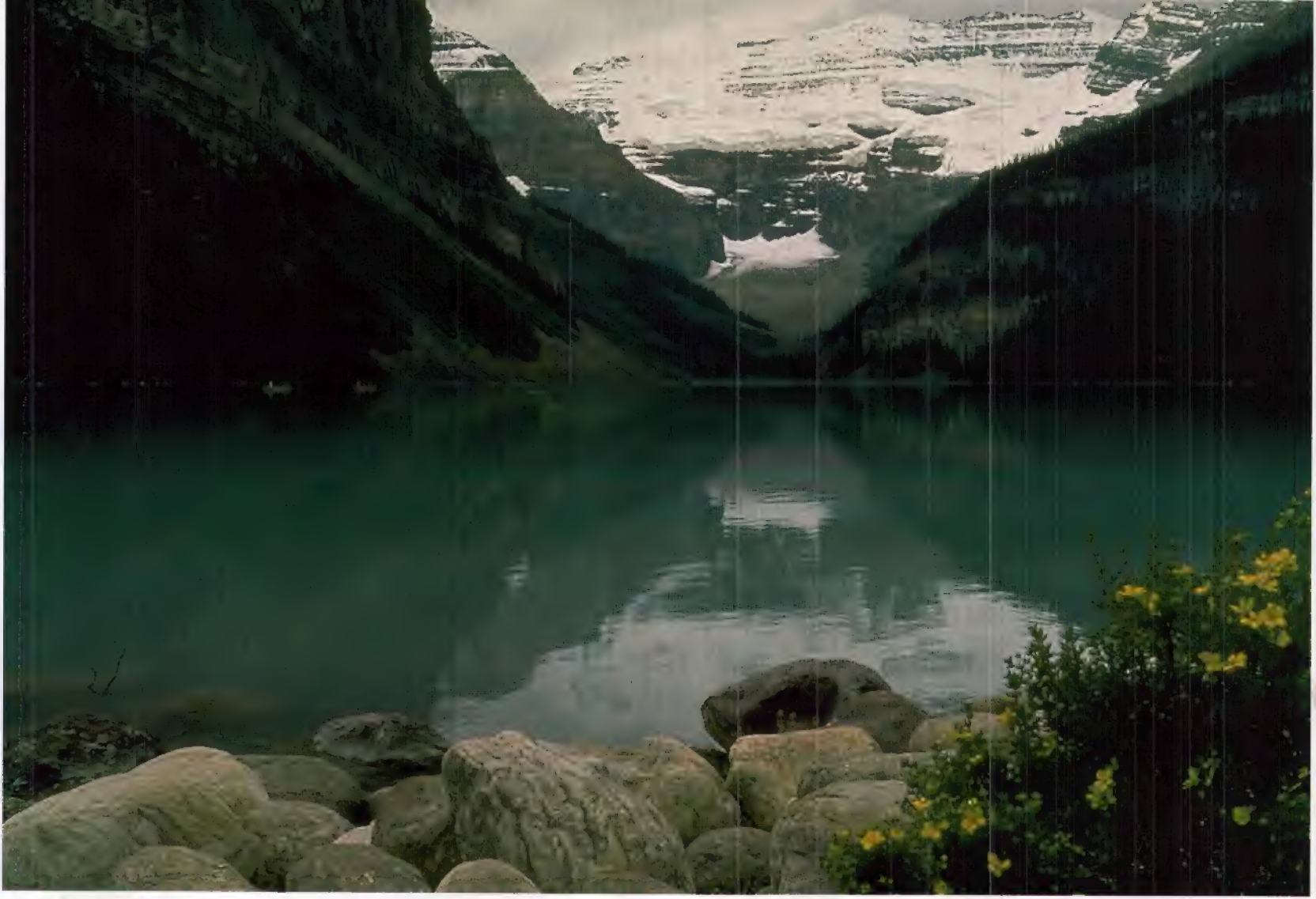


الولايات المتحدة: الأشجار العملاقة في محمية غابة سيكوويا.



الولايات المتحدة: بحيرة جاييلور.





كندا: مشهد لبحيرة لويز في ولاية ألبرتا



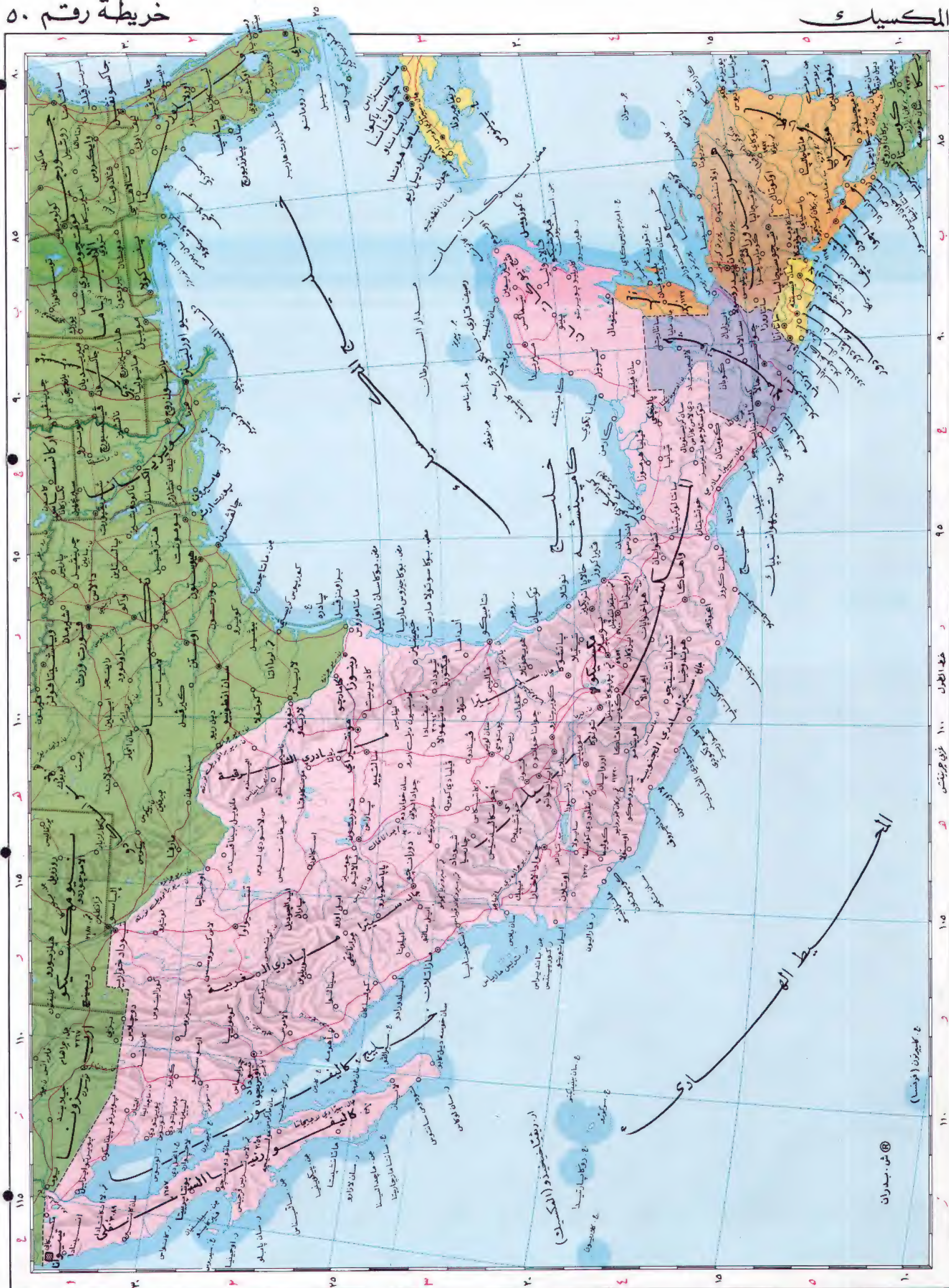
كندا: مشهد لشلالات نياجارا، أُخذ من الجوّ من جهة أونتاريو

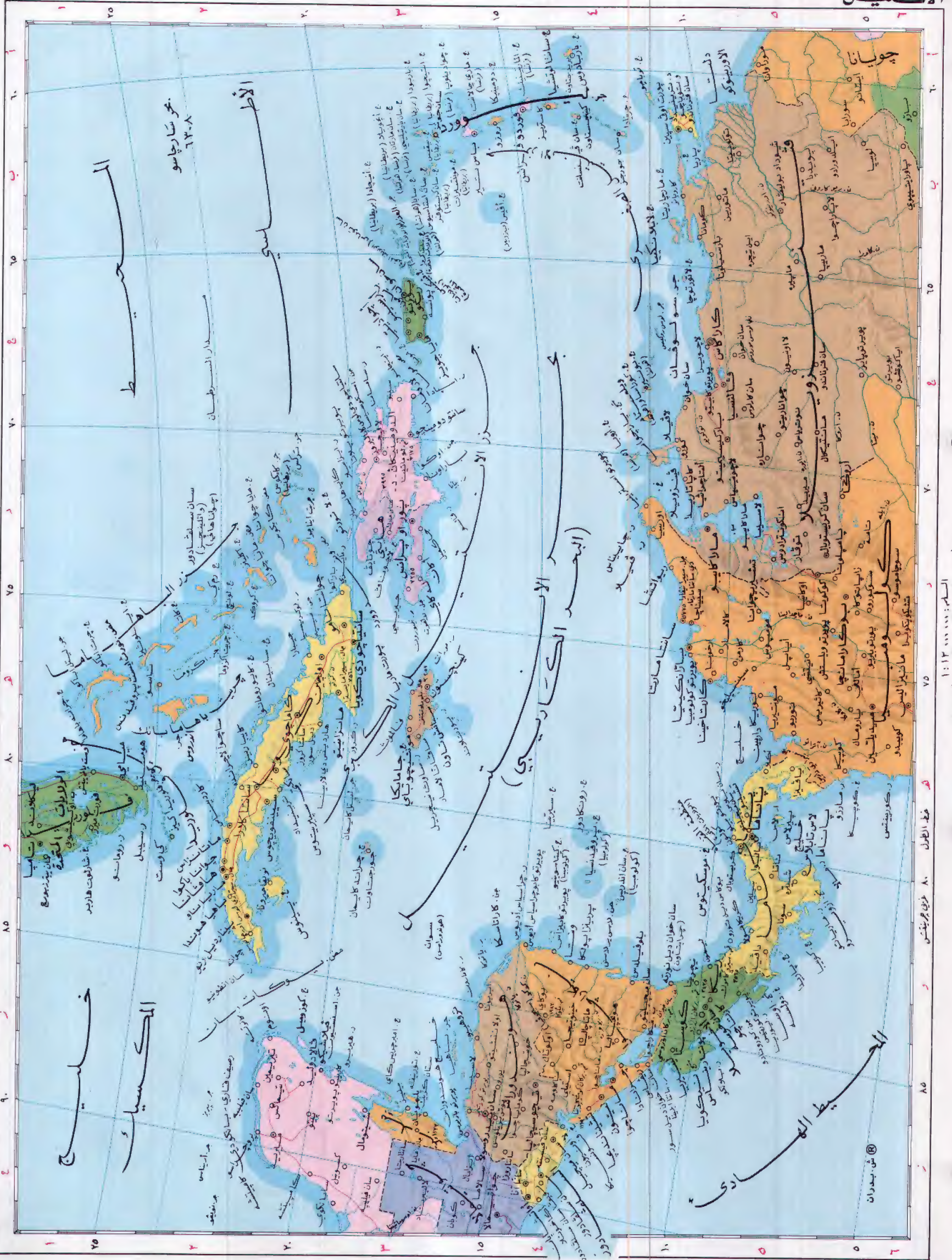


كندا: تكسر الأمواج في جون هدرسون.



كندا: بحيرة ساپيريور في اونتاريو.







عام ١٩١٤، شقّت الولايات المتحدة قناة پاناما، مفسحة المجال أمام السفن للانتقال بين المحيطين: الأطلسي والهادي، في مدّة أقصاها ثماني ساعات، مختصرة بذلك آلاف الكيلومترات فيما لو أجبرت هذه السفن على الإنفاف حول أميركا الجنوبية.

«معبد الخاربين» بُني في عهد المايا (بين ٦٠٠ و ١٢٠٠ بعد المسيح)، وتمّ اكتشافه في أواسط القرن التاسع عشر بعد أن ظلّ قروناً طويلة مطموراً في الغابة. ويظهر المعبد مدى رونق هذا الفنّ الحضاريّ المكسيكيّ.





جزيرة سان مارتان: منازل في الجزيرة.



جزيرة جواديلوب: جزيرة تير دو هو.



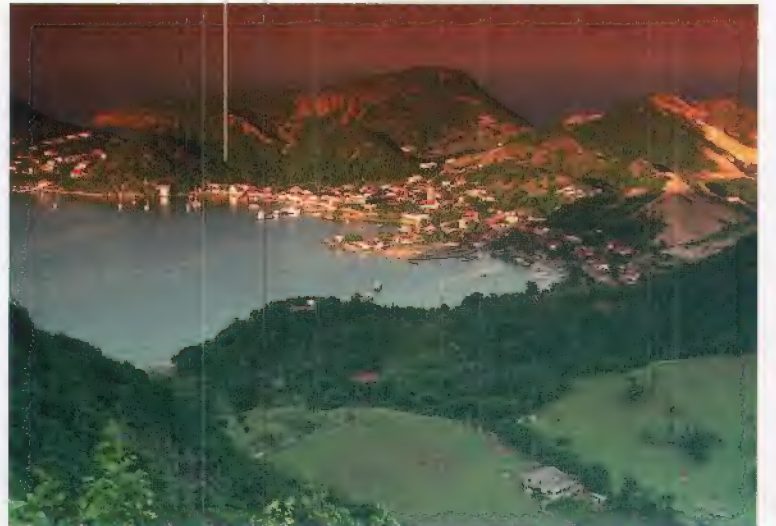
جزيرة جواديلوب: منازل متميزة بالقرميد الأحمر.



جزيرة جواديلوب: جزيرة تير دو هو.



جزيرة المارتينيك: مراكب لصيد الأسماك.



جزيرة جواديلوب: مغيب الشمس على جزيرة تير دو هو.



كوستاريكا: ممر هديرو.



كوستاريكا: مركز سياحي، أرض الأحلام.



جزيرة سان بارتيلمي: مشهد جوي للجزيرة.



جزيرة سان بارتيلمي: مشهد للجزيرة.



جامايكا: أشجار جوز الهند.



جزيرة سان بارتيلمي: مشهد للعاصمة جوستافيا.



جامايكا: الورد الأحمر البري.



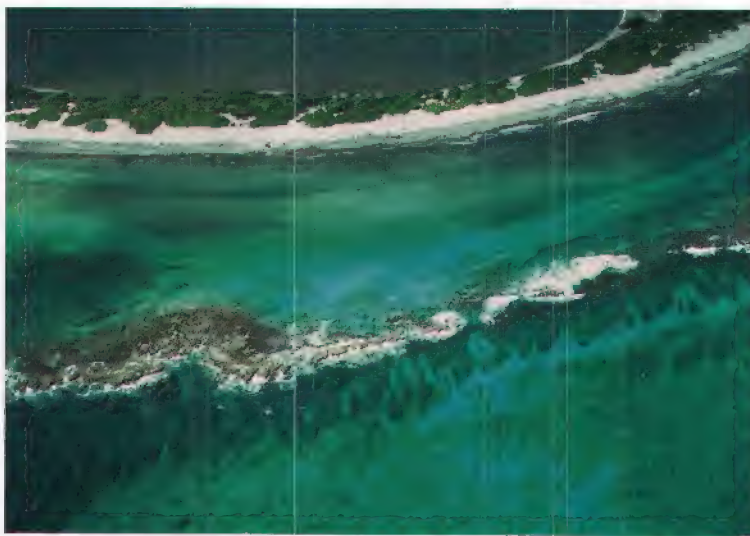
جزيرة سان بارتيلمي: خليج سان جون.



جزيرة سان مارتان: مشهد للبوادر السياحية على شاطئ الجزيرة.



جزيرة سان مارتان: بزوغ الفجر على الشاطئ.



جزيرة جواديلوب: الشاطئ الرملي الأبيض.



جزيرة جراندهاها: المراكب الشراعية.



جزيرة جواديلوب: أشجار جوز الهند على شاطئ الجزيرة.



جزيرة جراندهاها: مشهد لمبنى نادي الجزيرة.



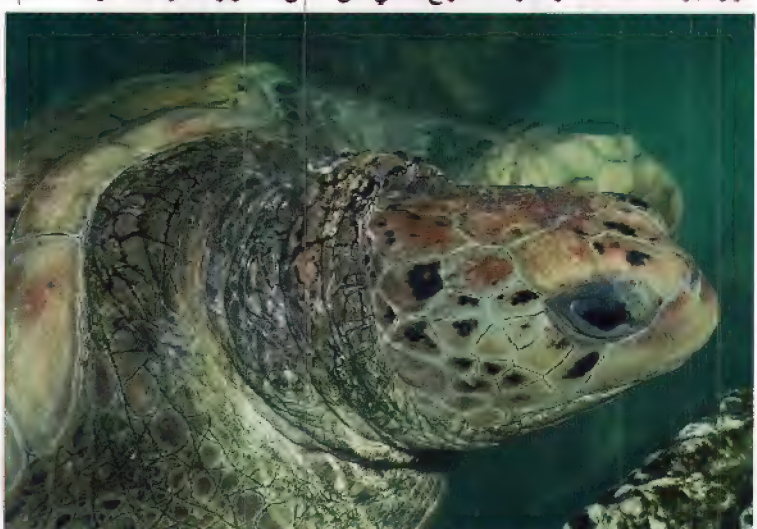
جزيرة جواديلوب: زراعة الموز في الأراضي المنخفضة.



جزيرة جراندهاها: ممارسة رياضة التزلج المائي على شاطئ الجزيرة الذي يمتد طوله ١٠ كم.



جزيرة جواديلوب: الزهور البرية في غابات المطر.



جزيرة جراندهاها: مشهد لسلحفاة بحرية، وهذا النوع يربى في مزارع خاصة.



المكسيك: كاتدرائية في مدينة مكسيكو.



المكسيك: معبد من آثار المايا في مدينة پالنچكي.



المكسيك: أهرام من آثار زاپوتك في مدينة مونتالبان.



المكسيك: مقبرة پاكال من آثار المايا في مدينة پالنچكي.



المكسيك: من آثار المايا في مدينة پالنچكي.



المكسيك: من آثار الاولميك في مدينة تيوتواكان.



المكسيك: معبد المايا في سيرا مادري، شياپاس.



المكسيك: من آثار التولتيك في مدينة تولا.

أميركا الوسطى: الاقتصاد



المكسيك: بائعو الخضار والفاكهة.



المكسيك: شاطئ، بونتا تشيقاتو.

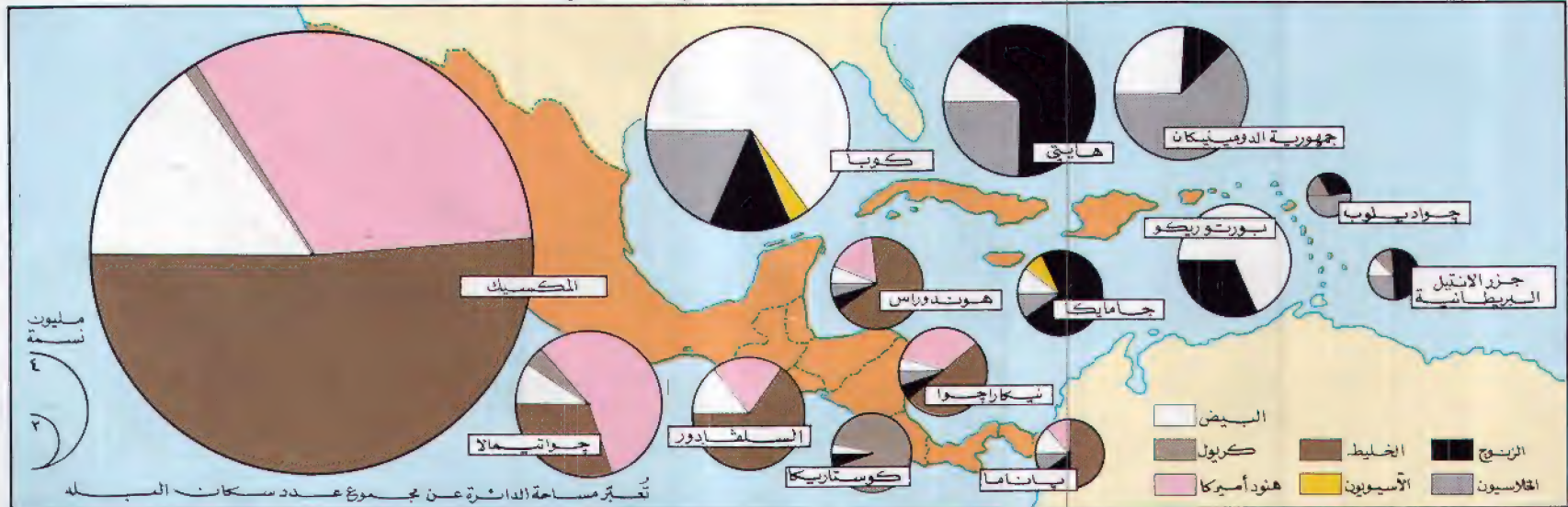


جزيرة المارتينيك: سوق الفواكه في فورت دو فرانس.



المكسيك: الفلفل الحار المكسيكي المشهور.

التكوين العرقي لسكان أمريكا الوسطى



أميركا الجنوبية



البرازيل: إن سد إيتايو الكهرمائي الضخم، الذي يقع على نهر ياراتا، يؤمن للبرازيل القسم الأكبر من الطاقة الكهربائية التي يحتاجها البلد



أميركا الجنوبية

أميركا الجنوبية هي رابع أكبر قارة بين قارات العالم السبع (بعد آسيا وأفريقيا وأميركا الشمالية)، اليابسة الإجمالية. يمتد كل من خط الاستواء ومدار الجدي في أميركا الجنوبية، ويربطها برزخ باناما في الشمالية. تمتد القارة على طول ٧٤٠٠ كيلومتر تقريباً من بحر أنتيل (البحر الكاريبي) في الشمال إلى أقصى عرض لها، بين رأس ساو روكه، على المحيط الأطلسي، ورأس پاريناس، على المحيط الهادئ. تضم القارة ١٢ دولة. وعشر من هذه الدول هي بلدان لائيتية: الأرجنتين وبوليفيا والبرازيل والباراجواي والبيرو والأوروغواي وفينزويلا. أما الدولتان الباقيتان فكانتا بلدين تابعين: جواتانا، ليريه وتضم أيضاً أميركا الجنوبية جواتانا الفرنسية، وهي مقاطعة فرنسية عبر البحار. وتجد في المحيط الهادئ عدّة جزر تنتمي لجنوب أميركا: جزر خوان فرنانديز وجزيرة الفصح (إيسلر) (التشيلي) وجزر الجالا الأطلسي، وعلى مسافة أقرب من الساحل، يقع أرخبيل فرناندو دي نورونيا البرازيلي، وأبعد إلى ليريطانيا والتي تطالب بها الأرجنتين تحت اسم جزر مالفيناس. إن الخط الساحلي لأميركا الجنوبية من الجنوب الغربي، حيث يحفره عدد كبير من الأفرقة البحرية.

البيئة الطبيعية

تتألف أميركا الجنوبية من أربعة أقاليم جبلية، تمتد من الساحل إلى الداخل، ومن ثلاثة أقاليم منخفضة ثاني أعلى سلسلة جبلية في العالم، على الأطراف الشمالية والغربية. وتعد القسم الأكبر من الساحل سلسلة جبال جواتانا وسلسلة جبال البرازيل وسلسلة جبال باتاجونيا، وهي جميعها عرض وأقل ارتفاعاً المنطقة الحفيدة الرئيسية بحوض الأمازون الكبير الواقع في الجزء الاستوائي من القارة؛ يصرف هذا أطول نهر في العالم. ويصرف نهر الأورينوكو مياه منطقة خفيضة في الشمال؛ ويقع حوض الباراجو أدنى نقطة في أميركا الجنوبية (٤٠ متراً تحت مستوى سطح البحر) في شبه جزيرة فالديس في ش (٦٩٦٠ متراً) في أعلى الأكونكاجوا في غرب الأرجنتين، وهي أعلى قمة في نصف الكرة الغربي.

التاريخ الجيولوجي

إن أقدم عنصر بنيوي في القارة وأكثرها استقراراً، هو الترس القاري في جبال جواتانا والبرازيل، في الترس مجموعة متشابكة من الصخور القيكسبرية البركانية والمتحولة (تعود إلى ٥٧٠ مليون سنة خال الترس صخور رسوبية يعود معظمها إلى الدهر القديم (٥٧٠ مليون إلى ٢٤٠ مليون سنة خلت)، مع والأحدث تكويناً، خصوصاً في جنوب البرازيل. وتشكل الأحافير التي وجدت في المرتفعات البرازيلية تبين أن القارة كانت متصلة في العصر البرمي بجنودوانالاند، وهي كتلة برية ضخمة كانت تضم ينقسم القسم الأكبر من الترس الذي يحمل الهضبة الباتاجونية بطبقة من الصخور الرسوبية المت مليون إلى ٦٥ مليون سنة خلت) والعصر الثلاثي (٦٥ إلى ١,٦ ملايين سنة خلت) ويصخور تزلز ساهمت المواد المنحثة من مناطق الترس القديمة في تكوين الطبقات الرسوبية السمكية في البحار الرسوبية بشكل متكرر في الدهر الوسيط لتشكيل سلاسل الجبال الساحلية في التشيلي وجنوب الارتفاعاً وامتداداً. وتوافقت عملية تكوين الجبال، التي استمرت طوال العصر الثلاثي، باسترسبات من الالبراكين. يستمر النشاط البركاني والزلازل على طول حافة القارة الغربية. إن المجلدات المتواجدة في من العصور الجليدية الكبيرة التي حدثت في العصر الرابع (الذي بدأ منذ ٢,٥ مليون سنة). ويستمر مادة رسوبية إلى الأراضي المنخفضة المجاورة.

المناطق الفيزيوغرافية

ترتفع جبال الأنديس بسفوح شديدة التحدر من الساحل الشمالي الغربي والغربي للقارة. وتتألف من فينيزويلا، في الشمال، وفي القسم الأكبر من التشيلي والأرجنتين، في الجنوب، لكن الجزء الأوسط محويرين أو ثلاثة محاور جبلية تُعرف باسم Cordilleras، أو السلاسل الجبلية. في جنوب غرب بوالسلاسل الجبلية منطقة من الهضاب الواسعة تُعرف باسم Altiplano (السهل المرتفع). في البيرو والجبليّة وديان عميقة، ولكن ضيقة نسبياً. بين الـ ٢٤٠٠ قمتاً تقريباً التي يتجاوز ارتفاعها ٥١٨٢ متراً، نجد المنطقة الجنوبية من وسط التشيلي، وجنوب البيرو وبوليفيا والاكوادور.

تتميز الأراضي المرتفعة الواسعة الواقعة في جواتانا في الشمال الشرقي، والبرازيل في الشرق، بسط هضاب عريضة وميسات (ج: ميسا: هضبة مستوية السطح متحدرة الجوانب) عالية. وتصبح الهمرتفعات جواتانا. في المرتفعات البرازيلية، تقع أبرز التضاريس في الجبال التي تمتد على طول الساحل أمكنة كثيرة من البحر مباشرة، بجوانب شديدة التحدر. انحسرت صخور هذه المرتفعات بوجه عام، وتحو للحمرة. إلا أن الأتربة الخصبة الناشئة عن الصخور البزلتية تتواجد أيضاً في الكثير من الوديان. إلى الأقل ارتفاعاً والمسطحة نسبياً. إن التربة خصبة بوجه عام في هذه المنطقة، إلا أن الشروط المناخية يشكّل حوض الأورينوكو أقصى منطقة إلى الشمال من المناطق المنخفضة الرئيسية في القارة، ويشبه الطبيعية والميسات المنخفضة) وشبكة واسعة من الوديان التي تتقارب باتجاه الأمازون بين نهري ك

الأمازون منطقة من الأراضي المتموجة بشكل خفيف. إلى الجنوب، تمتد الوديان القليلة العمق والسهول المستوية التي تشكل الجران شاكو والهامباس، اللذين يندمجان بالرقائق (ج: رقة: سهل معرض للإنغمار بمياه الفيضان أو ناشيء عن الأتربة التي تخلفها مياه الفيضان) السبخة لنهري باراجواي وبارانا.

الموارد المائية

تُصرف مياه القسم الأكبر من أميركا الجنوبية إلى المحيط الهادئ عبر ثلاثة أنظمة نهريّة: الأمازون والأورينوكو والباراجواي - بارانا. ويؤمن أيضاً كلّ من هذه الأنهار الكبيرة الوصول إلى داخلية القارة. يصرف نهر سان فرانسيسكو الأصغر حجماً مياه شمال شرق البرازيل. ويصرف عدد كبير من الأنهار الصغيرة نسبياً مياه سفوح الأند المشرفة على البحر الكاريبي والمحيط الهادئ؛ وأهم هذه الأنهار نهر ماجدالينا ورافده نهر كاوكا. وقد وفر هذا النظام، الذي يجري شمالاً عبر وديان الأند في غرب كولومبيا ليصب في البحر الكاريبي، طريقاً تقليدياً إلى الداخل. سمح عدد لا حصر له من المجاري الأندية القصيرة بزراعة الأرض طوال قرون في الاكوادور والبيرو والتشيلي وشمال غرب الأرجنتين. تنطوي المجاري المائية في جبال الأند ومرتفعات جويانا والبرازيل على قدرة هائلة من الطاقة الكهربائية، ويؤمن المشروع الكهربائي في وادي ريو ماتارو في أند البيرو معظم كمية الكهرباء التي تستهلكها مدينة ليما. تحتوي أميركا الجنوبية على عدد قليل من البحيرات الكبيرة. ويقع الكثير من البحيرات الكبيرة الدائمة على ارتفاع عال نسبياً في جبال الأند. ومن أكبر هذه البحيرات بحيرة تيتيكاكا وبحيرة بويو في بوليفيا؛ وبحيرات بونوس ايرس وأرجنتينون وناول وابي في الأرجنتين؛ وبحيرة فالنسيا في فينزويلا.

المناخ

تسود في أميركا الجنوبية أنظمة مناخية حارة نسبياً. يمتدّ، فوق كامل القارة تقريباً وعلى طول خطّ الاستواء، حزام من المناخ الاستوائي الرطب الذي يتدرّج شمالاً وجنوباً إلى مناطق عريضة يقل فيها طول موسم المطر وكمية المطر الساقط. تتميز هذه المناطق بصيف رطب وشتاء جاف، وتعرض لفترات طويلة من الجفاف. يشكّل الجفاف مشكلة خطيرة جداً في شمال شرق البرازيل وعلى طول ساحل فينزويلا وكولومبيا الشمالي. تمتدّ المناطق التي تشهد مناخاً استوائياً مطراً ومناخاً مدارياً يتناوب فيه الموسم الرطب والموسم الجاف على طول ساحل الهادئ، في كلّ من كولومبيا والاكوادور، لكنها تشهد تحولاً سريعاً في الجنوب إلى المناخ الجاف، الذي يسود ساحل البيرو وشمال التشيلي. في النصف الشمالي من أميركا الجنوبية، لا يسود المناخ البارد إلا في سلسلة جبال الأند. تنخفض درجات الحرارة مع الارتفاع، فيتحوّل المناخ الاستوائي السائد في الأراضي المنخفضة والسفوح الواطئة إلى مناخ شبه استوائي ومناخ معتدل في المناطق المتوسطة الارتفاع، ثم إلى مناخ ألبي بارد في أعالي الجبال.

جنوب مدار الجدي، تشهد أميركا الجنوبية شتاء معتدل البرودة إلى بارد، وصيفاً معتدل البرودة إلى دافئ. يتلقّى جنوب التشيلي كمية كبيرة من الهوطل، بفعل العواصف الزوبعية التي تأتي من المحيط الهادئ في الغرب. ينخفض معدّل حدوث العواصف - الذي يكون أكبر في الشتاء - باتجاه الشمال عبر التشيلي، ما يخلق منطقة يسود فيها مناخ من النوع المتوسطي، حيث الشتاء رطب ولطيف والصيف جاف وحار. تحدّ هذه المنطقة الصحراوية صحراء آناكاما، وهي من أكثر السواحل حتّى الاكوادور شمالاً. وتشمل هذه المنطقة الصحراوية صحراء آناكاما، وهي من أكثر الأمكنة جفافاً على الأرض. وتسيطر شروط شبه رطبة وجافة إلى شرق الأند الجنوبية. ولكن، في الهامباس والمرتفعات البرازيلية الجنوبية، يميل الصيف إلى أن يكون رطباً، ويمكن أن تصل العواصف الزوبعية في الشتاء حاملةً معها المطر والطقس البارد. يسقط الثلج أحياناً فوق المرتفعات، ويمكن للصقيع أن يمتدّ شمالاً باتجاه مدار الجدي ويلحق أضراراً فادحة بالمحاصيل.

الغطاء النباتي

تتوافق المناطق النباتية في أميركا الجنوبية بشكل وثيق مع المناطق المناخية. تتميز المناطق ذات المناخ الاستوائي الرطب بغطاء كثيف من غابات المطر Selvas. تشكل هذه الغابات أكبر منطقة حرجية في العالم، إذ تغطي جزءاً كبيراً من أميركا الجنوبية الاستوائية، وتشمل ساحل البرازيل والسفوح المنخفضة لجبال الأند؛ وتحتوي هذه الغابات على أشجار من ذوات الخشب الصلب الاستوائية وأشجار نخيل وسراخس شجرية وخيزران ونباتات متسلقة. تمتدّ الأحراج المبعثرة والأجمات الدغلية في مناطق الشتاء الجاف، خصوصاً على ساحل فينزويلا وفي شمال شرق البرازيل وفي الجران شاكو. بين هذه المناطق الجافة نسبياً وغابة المطر، تمتدّ مناطق تغطيها الأعشاب العالية (سفناء أو Campos) ومناطق تغطيها الأعشاب والأشجار الخفيفة Campos Cerrados. ونجد غابات مختلطة (تحتوي على أشجار ذات أوراق معبلة^(٢))

وأشجار دائمة الخضرة على حدّ سواء) وغابات معبلة في جنوب البرازيل وفوق منحدرات الأند. في البرازيل، تتدرّج الغابة باتجاه الجنوب إلى مناطق من المروج أو البراري المتموجة تقطعها تلال محرّجة. يتميز الجران شاكو بسهولة كثيرة العشب وأحراج مبعثرة من الجنيّات (الأعياص) الشائكة. وتشكّل منطقة الهامباس في شرق وسط الأرجنتين أكبر أرض عشبية معتدلة في أميركا الجنوبية. إلى الجنوب، تدلّ منطقة من السهوب العيشية^(٣) Monte على الانتقال إلى الأجمات الخفيفة والأعشاب المبعثرة على شكل باقات التي تغطي منطقة پاتاچونيا، الأكثر برودة وجفافاً. على ساحل الهادئ، يتدرّج الغطاء النباتي نحو الشمال من الغابة إلى الحرج المبعثر، ثم إلى الجنّات والعشب في وسط التشيلي، وأخيراً إلى العيص^(٤) والنباتات الصحراوية التي تغطي في شمال البيرو وترتفع على سفوح الجبال.

الحياة الحيوانية

يمكن تصنيف أميركا الجنوبية، وأميركا الوسطى، والأراضي المنخفضة في المكسيك، والهند الغربية في منطقة جغرافية حيوانية واحدة، تُعرف عادة بالمنطقة الاستوائية الجديدة Neotropical Region. تتميز الحياة الحيوانية في هذه المنطقة بتنوعها وبغياب أيّ شبه بينها وبين حيوانات القارّات الأخرى، بما في ذلك أميركا الشمالية، شمال الهضبة المكسيكية. تنتشر في أنحاء أميركا الجنوبية فصائل من الثدييات يقتصر تواجدها على المنطقة، ومنها نوعان فريدان من السعادين، وخفافيش ماصة للدماء، والكثير من القوارض الغريبة. لا تضم المنطقة سوى نوع واحد من الدببة هو الدب المنطّر؛ ولا تحتوي على أيّ نوع من الجياد أو الحيوانات النسيبة، باستثناء نوع من التابير؛ ولا تضم أيّ مجترّات، باستثناء شبيهات اللاما (من فصيلة الجمليات)، التي تشمل أليكا واللاما والفكونة. ومن الحيوانات المميّزة أيضاً للقارة، البجور (الجاجوار) والثقري واكل النمل العملاق والقوّطي. وتُظهر الطيور المزيد من الإنزال والفردة. هناك حوالي ٢٣ فصيلة و ٦٠٠ جنس من الطيور التي يقتصر تواجدها على المنطقة الاستوائية الجديدة، إضافة إلى القسم الأكبر من فصائل مهمة أخرى، مثل فصيلة الطيور الطنّانة (٥٠٠ نوع) والشّاجر والمقوّ، علاوة على مجموعة كبيرة ومنوعة من الطيور البحرية. تشمل الطيور الكبيرة الرّيّة والكندور والتحام. وتشمل الزواحف البواء والأناكندة؛ كما تتواجد الإيچوانا والكيمن والتمساح في الكثير من المناطق. تُعرف أسماك المياه العذبة في القارة بتنوعها ووفرتها. وتتميّز المقصورة الماطقية أيضاً بالحشرات وغيرها من اللافقاريات. في الإجمال، تُعتبر الحياة الحيوانية في أميركا الجنوبية محلية ومتميّزة أكثر من حيوانات أيّ قارة أخرى عدا أستراليا؛ إنّ أكثر من أربعة أحماس الأنواع الحيوانية في أميركا الجنوبية مقصورة على حدود القارة الجغرافية حيوانية. تشكل جزر الجالاپاجوس موطناً لزواحف وطيور لا تعيش في أيّ مكان آخر في العالم، ومنها سلحفاة الجالاپاجوس العملاقة وشُرّشور داروين وبطريق الجالاپاجوس.

الموارد المعدنية

تتمتّع أميركا الجنوبية بموارد معدنيّة متنوّعة، لم يُستغلّ الكثير منها بعد، على نطاق واسع. تتوزّع الطبقات المعدنية في أنحاء القارة، لكنّ بعض المناطق معروفة بغناها الكبير بالموارد المعدنية. في الأند، استُخرج المثير المحتوي على الذهب في مناطق مختلفة منذ ما قبل عهد الاستعمار. أنتجت الجبال، بين وسط البيرو وجنوب بوليفيا، الفضة والزنك في عهد الاستعمار، وهي تنتج اليوم معادن صناعية مثل النحاس والقصدير والرصاص والزنك. يُستخرج النحاس من مناجم كبيرة في شمال ووسط التشيلي وفي وسط وجنوب البيرو. وتمتدّ منطقة غنيّة بالمعادن تحتوي على البوكسيت والحديد الخام والذهب، بين مدينة بوليفار وشمال سورينام، قرب الطرف الشمالي لمرتفعات جويانا. في شرق وسط البرازيل، اكتشفت في عهد الاستعمار مناجم ذهب وماس غنيّة جداً، لا يزال بعضها منتجاً إلى اليوم. إنّ أميركا الجنوبية منتج هام للمعادن النادرة، غير أنّ الإحتياطي الضخم من الحديد الخام العالي النوعيّة والكميات الأقلّ نسبياً من البوكسيت، هي أكثر أهميّة بالنسبة للقوة الصناعية الناشئة في القارة.

تفتقر أميركا الجنوبية إلى مناجم فحم كبيرة. ويتواجد الفحم على شكل تراكمات مبعثرة وصغيرة نسبياً في الأند وجنوب البرازيل. شكّل الفحم وقوداً هاماً للصناعة والنقل في التشيلي وكولومبيا والبرازيل بشكل رئيسي. من جهة أخرى، يتوزّع النفط على نحو واسع في القارة. ويقع معظم احتياطي القارة من النفط والغاز الطبيعي في أحواض بنويّة^(٥)، واقعة في معظمها على طول الأطراف الشرقية للأند وفي الجبال نفسها، من فينزويلا إلى فويجو (أرض النار). تقع أكبر الحقول المعروفة في منطقة بحيرة ماراكايبو في فينزويلا. ونجد تراكمات أخرى في شمال كولومبيا والاكوادور والبيرو، وجنوب الأند في شرق ووسط فينزويلا، وشرق الجبال مباشرة في كولومبيا والاكوادور والبيرو وبوليفيا والأرجنتين والتشيلي.

(٣) العيشية: سهل واسع خالٍ من الشجر.

(٤) العيص: أشجار خفيفة.

(٥) بنويّة: بنائي انشائي متعلّق بالبنية.

(٢) معبلة: أشجار تسقط أوراقها عند اقتراب موسم البرد.

يجري معظم النشاط التعديني المخصص للتصدير على نطاق واسع جداً. إن السيطرة القديمة العهد للشركات الأجنبية على عمليات التعدين في أميركا الجنوبية، تخفّ شيئاً فشيئاً بسبب الضغوطات السياسية القومية. يشكل النفط والنحاس والبولوكسيت والحديد الخام السلع الرئيسية من حيث القيمة والحجم، إلا أن الصادرات المعدنية تتميز بتنوع كبير. إن أميركا الجنوبية إحدى المناطق الهامة المنتجة للخصائص والزنك والمنغنيز والقصدير في العالم. تنتج جميع بلدان أميركا الجنوبية كمية معينة من المعادن، إلا أن كمية النفط والغاز المنتجة في فنزويلا تشكل أكثر من نصف القيمة الاجمالية لإنتاج القارة. يلعب إنتاج المعادن دوراً هاماً جداً في اقتصاد بلدان عدة في أميركا الجنوبية. يطغى النفط الخام والمكرر ومشتقاته على صادرات فنزويلا؛ ولا تعتمد سورينام وبوليفيا والتشيلي بهذا القدر على الصادرات المعدنية. وفي السنوات الأخيرة، اعتمدت البيرو والاكادور إلى حد بعيد على بيع المعادن. تؤمن هذه الصادرات المداخيل لخزانة الدولة، لكن التعدين لا يساهم سوى بنسبة ضئيلة في الناتج المحلي الإجمالي والتوظيف في القارة. مع ذلك، فإن السلع المعدنية مهمة جداً لتزايد التنوع الصناعي في أميركا الجنوبية.

الصناعة

في أواخر السبعينات، أصبحت الصناعة تؤمن ٢٥٪ على الأقل من الناتج المحلي الإجمالي؛ وكانت هذه النسبة قد وصلت إلى ٢٠٪ في ١٩٥٦، حيث فاقت أهمية الصناعة، لأول مرة، الزراعة والتجارة والقطاع المالي مجتمعة. في أواخر الثمانينات، أمّن القطاع الصناعي أكثر من ٣٠٪ من الناتج المحلي الإجمالي في الأرجنتين وفنزويلا والبرازيل والتشيلي وكولومبيا والبيرو والأوروغواي والاكادور.

تبقى معالجة السلع الزراعية أكثر الصناعات أهمية وانتشاراً، حتى في الأرجنتين والبرازيل، أكثر بلدان أميركا الجنوبية تصنعاً. ويشكل تركيز وتكرير وتنقية المعادن نشاطاً صناعياً مهماً أيضاً، إلا أنه يميل إلى التواجد قرب مناجم المعادن. ومن جهة أخرى، تتركز صناعات أخرى - مثل تكرير النفط، وصناعة الحديد والفولاذ والاسمنت، وصناعة السلع الاستهلاكية مثل النسيج والمشروبات والمركبات السيارة والتجهيزات الكهربائية والميكانيكية والمنتجات البلاستيكية - داخل المدن الكبرى وفي جوارها.

في الماضي، تطوّر القطاع الصناعي في بلدان أميركا الجنوبية تحت حماية الدولة. وبالرغم من أن الكثير من الصناعات لا تزال تعمل بترخيص من شركات أجنبية أو تتبع لها، فقد اشتركت الحكومات القومية بشكل مباشر، منذ الثلاثينات، في الصناعات الثقيلة مثل صناعة الحديد والفولاذ وتجميع المركبات السيارة وبناء السفن. في بعض البلدان، يتم صنع الأدوات الآلية والطائرات والمركبات العسكرية للتصدير. غير أن النمو الصناعي لا يزال يواجه مشكلات عدة: صغر الأسواق المحلية، عدم توفر التكنولوجيا الكافية والملائمة، وضعف شبكات النقل والتوزيع. منذ ١٩٩٢، بدأت الحكومات في عدد من البلدان، منها فنزويلا والأرجنتين والتشيلي والبرازيل، بيع الصناعات المملوكة بهدف تحقيق فوائد مالية سريعة وأملًا بتحقيق فعالية أكبر بكلفة أقل. شمل هذا التخصيص صناعات النقل والاتصالات، وأدى بوجه عام إلى ازدياد نسبة البطالة وارتفاع كبير في أسعار السلع والخدمات.

الطاقة

يشكل النفط والغاز الطبيعي مصدرَي الطاقة الرئيسيين في أميركا الجنوبية. إلا أن مصادر طاقة أكثر بداءة، مثل الحطب والفحم النباتي، لا تزال واسعة الاستعمال في الصناعة، وأحياناً في صنع الحديد والفولاذ أو في تكرير السكر. ويثير الاعتماد المطلق على النفط والغاز الطبيعي بعض القلق، نظراً إلى أن كولومبيا وفنزويلا هما الدولتان الوحيدتان اللتان تتمتعان بالإكتفاء الذاتي من النفط. يتأمن توزيع النفط والغاز الطبيعي بواسطة شبكات كبيرة، إلى حد ما، من الأنابيب في كل من الأرجنتين وفنزويلا وكولومبيا، وعبر شبكات أقل امتداداً في البلدان الأخرى. إلا أن معظم شبكات الأنابيب في أميركا الجنوبية تنقل النفط الخام والغاز إلى مراكز التصدير بدلاً من الأسواق المحلية. يتوفر الفحم بكميات صغيرة نسبياً، لكنه لعب دوراً هاماً في إنشاء وتطوير النقل المائي والنقل بالسكة الحديدية والصناعة في مراحلها الأولى، في كل من التشيلي والأرجنتين والبرازيل وكولومبيا، إلا أنه لم يعد مصدراً مهماً للطاقة منذ زمن بعيد. يشكل الكحول المشتق من قصب السكر وقوداً هاماً للسيارات في البرازيل. لم تصبح الطاقة الكهربائية بديلاً قابلاً للتطبيق عن الطاقة الكهربائية الحرارية إلا منذ الخمسينات. وقد بدأ تطوير الطاقة الكهربائية في البرازيل والتشيلي وكولومبيا؛ تشكل السعة الكهربائية اليوم أكثر من ٦٠٪ من سعة توليد الكهرباء في الباراجواي والبرازيل والأوروغواي وكولومبيا وبوليفيا. وتشكل أيضاً الطاقة الكهربائية مصدراً مهماً للطاقة في البيرو والتشيلي والاكادور وسورينام والأرجنتين، حيث تشكل سعة توليد الطاقة الكهربائية أكثر من ٤٠٪ من مجمل سعة التوليد الإجمالية. تتراوح محطات توليد الطاقة الكهربائية من المنشآت الصغيرة التي تؤمن الكهرباء للمباني في الأقاليم والمنشآت الضخمة القائمة في الجزءين الأوسط والأعلى من حوض پارانا واللسانين المنبسطين العلوي والسفلي من نهر سان فرانسيسكو.

كانت أميركا الجنوبية، تاريخياً، منطقة مستعمرة تعتمد في اقتصادها على تصدير السلع الزراعية والمعدنية، لكنها شهدت، منذ ثلاثينات القرن العشرين، نمواً وتنوعاً في معظم قطاعاتها الاقتصادية. بعد الحرب العالمية الثانية (١٩٣٩ - ١٩٤٥) أدت السياسات المحلية لاستبدال الواردات (صنع السلع التي كانت تُستورد في السابق محلياً) إلى إعادة بناء وتوجيه الصناعة. لم تتوزع فوائد هذا النمو الاقتصادي السريع بشكل متساو، بل تراكمت أكثر في المدن الكبيرة وضواحيها. إن تطوّر التجارة الحرة، الذي بدأ في أواخر الستينات مع الحلف الأندتي واستمر إلى التسعينات مع السوق المشتركة Mercosur^(٦) والإتفاقيات الشمالأميركية للتجارة الحرة Nafta، قد زاد إلى حد بعيد من امكانيات أميركا الجنوبية لتحقيق النمو الاقتصادي.

الزراعة

يذهب معظم الإنتاج الزراعي والحيواني في أميركا الجنوبية للإستهلاك المحلي والأسواق الداخلية. ومع ذلك، فإن المداخيل من الصادرات الزراعية كبيرة جداً في الكثير من بلدان أميركا الجنوبية. وتشكل معالجة المنتجات الزراعية وتسويقها محلياً وتصديرها جزءاً كبيراً من النشاط التجاري والصناعي. تؤمن الزراعة، مع الصيد وصيد الأسماك والحراثة حوالي ١٢٪ من الناتج المحلي الإجمالي في القارة، إلا أنها تشغل أكثر من ٣٠٪ من اليد العاملة في بوليفيا والباراجواي والبيرو والاكادور، وبين ٢٠ و ٣٠٪ في كولومبيا والبرازيل وجواتانا، وأقل من ٢٠٪ في سورينام والتشيلي والأوروغواي وفنزويلا والأرجنتين وجواتانا الفرنسية.

تتركز أكثر أشكال الزراعة التجارية كثافة قرب المدن، وتشكل المنتجات القابلة للتلف، مثل الخضر والفواكه والمواد اللبنة، المنتجات الرئيسية في هذه المناطق. أما أماكن إنتاج السلع الأساسية، مثل محاصيل الجذور والفاصولياء والذرة، فأكثر تفرقاً من ذلك. وتزرع هذه المحاصيل في الكثير من المناطق، ضمن مزارع كفاية وفي ظروف مناخية غير مؤاتية أو في تربة فقيرة. يُزرع القمح والأرز حيثما تكون الظروف ملائمة. تنتشر تربية الأبقار المنتجة للحم للإستهلاك المحلي، على نحو واسع في أنحاء القارة، وتشكل تربية الأبقار المنتجة للحم المخصص للتصدير، نشاطاً هاماً في الأرجنتين والأوروغواي والباراجواي وكولومبيا. تُمارس الزراعة الموجهة للتصدير في المناطق الإستوائية والمعتدلة، حيث أفضل الأراضي الصالحة للزراعة وحيث يسهل الوصول إلى المرافئ. يشكل البن أهم محصول في المناطق الإستوائية. ويُنتج البن في المرتفعات، خصوصاً في جنوب شرق البرازيل وفي غرب وسط كولومبيا. يشكل الكاكاو منتجاً زراعياً هاماً في شرق البرازيل وغرب وسط الاكادور. يُزرع الموز وقصب السكر في أنحاء المنطقة الإستوائية، ويذهب القسم الأكبر من الإنتاج إلى الأسواق المحلية. يُزرع الموز للتصدير في كولومبيا وغرب الاكادور؛ ويُنتج قصب السكر للتصدير في المنطقة الساحلية من البيرو وجواتانا وسورينام. يُزرع القطن، منذ عشرات السنين، في المنطقة الساحلية من البيرو لغايات التصدير. ويُزرع أيضاً القطن وقصب السكر للتصدير والأسواق المحلية على حد سواء في شمال شرق وجنوب شرق البرازيل. في جنوب شرق البرازيل، أصبح فول الصويا منذ السبعينات محصولاً هاماً للتصدير. وليس فول الصويا يمثل هذه الأهمية في الأرجنتين، حيث سمحت تربة المروج الخصبة بإنتاج ذي أهمية عالمية من الحبوب والمواشي. ويشكل القمح والذرة ويزر الكتان ولحم البقر ولحم الغنم والجلود والصوف التي تنتجها الأرجنتين سلعاً هامة جداً في التجارة العالمية. وتصدر الأوروغواي، منذ عهد بعيد، عدداً من منتجاتها ولا سيما الصوف والجلود.

الحراثة وصيد الأسماك

تغطي الغابات ٥٠٪ من مساحة أميركا الجنوبية وتزخر البحار المحيطة بالقارة، بالحياة البحرية. لكن الحراثة وصيد الأسماك يشكلان نشاطاً محدوداً موجهاً للأسواق المحلية في معظم دول أميركا الجنوبية. إلا أن القارة تصدر بعض الأخشاب الإستوائية الصلبة واللينة، ويأتي قسم كبير من الأخشاب المصدرة من حوض الأمازون، حيث تزال مساحات شاسعة من الغابات وتحوّل إلى مراعي وأراض زراعية. ومن الصادرات الحرجية، هناك أيضاً خشب الصنوبر من جنوب البرازيل وجنوب وسط التشيلي، إضافة إلى بعض الخشب اللباني. زُرعت مساحات كبيرة من الغابات التجارية في كل من التشيلي والبرازيل. وقد لعب انتشار زراعة شجر الأوكالبتوس لتأمين حطب الوقود وللإستعمال في الصناعات الخشبية والبناء، دوراً هاماً من الناحية التاريخية.

تشكل المياه القريبة من سواحل الهادي أهم مسامك (ج: مسمك: موطن يُصاد فيه السمك) أميركا الجنوبية. تُصاد كميات كبيرة من البلغم، المستعمل لصنع دقيق السمك، قبالة السواحل البيروفية والتشيلية، إلا أن فرط الصيد قد تسبّب مؤخراً بخفض حجم المصيد. وتُصاد أسماك التونة قبالة السواحل الاكادورية والبيروفية. وتشكل القشريات صيداً مهماً في مياه التشيلي والبرازيل وجواتانا.

(٦) Mercosur: سوق مشتركة تضم البرازيل، الأرجنتين، الباراجواي والأوروغواي، تأسست سنة ١٩٩١.





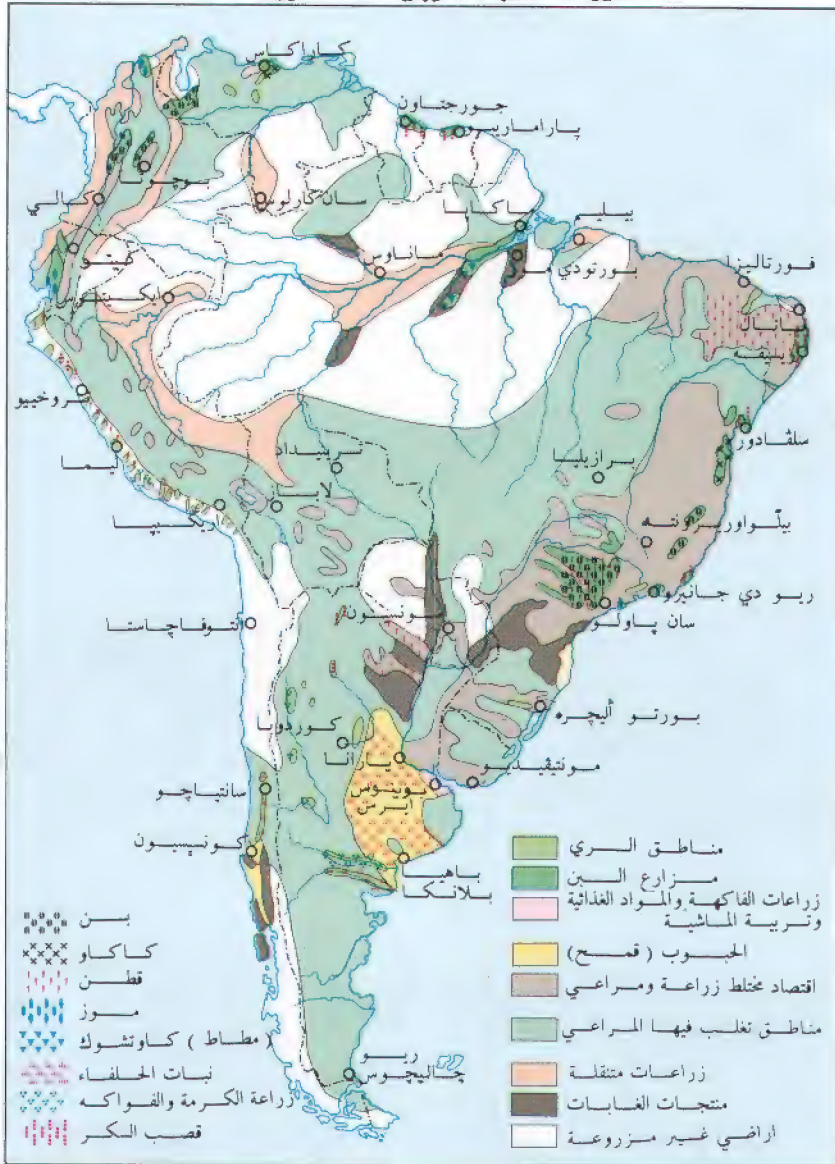




حوالي المليونين ونصف المليون كيلومتر مربع من أميركا الجنوبية (أمازونيا) تكسوها الغابات الإستوائية. الأشجار والنباتات تبلغ من الكثافة، في بعض المناطق، درجة تحجب معها النور عن الأعين. في هذا الخضم الأخضر، لا يوجد سوى فصل مناخي واحد هو الصيف الدائم؛ بحيث أن بداية يوم شديد الحرارة تولّد الغيوم والرعد، ما يسبّب، في فترة بعد الظهر، هطول أمطار غزيرة قد تبلغ أحياناً ضعف ما يهطل من أمطار في سهل البقاع خلال سنة كاملة. إنّ غابات الأمازون هي بمثابة رئة العالم ومصدر ٣٣٪ من الأكسجين الموجود في الهواء.

إلى اليمين: منظر لشلالات إيجواسو التي تقع على الحدّ الفاصل بين البرازيل والأرجنتين.

أميركا الجنوبية: الزراعة



اميركا الجنوبية: حيوان الجاچوار الشرس .



اميركا الجنوبية: العقاب، طائر ضخيم وهو من فصيلة الكواسر.



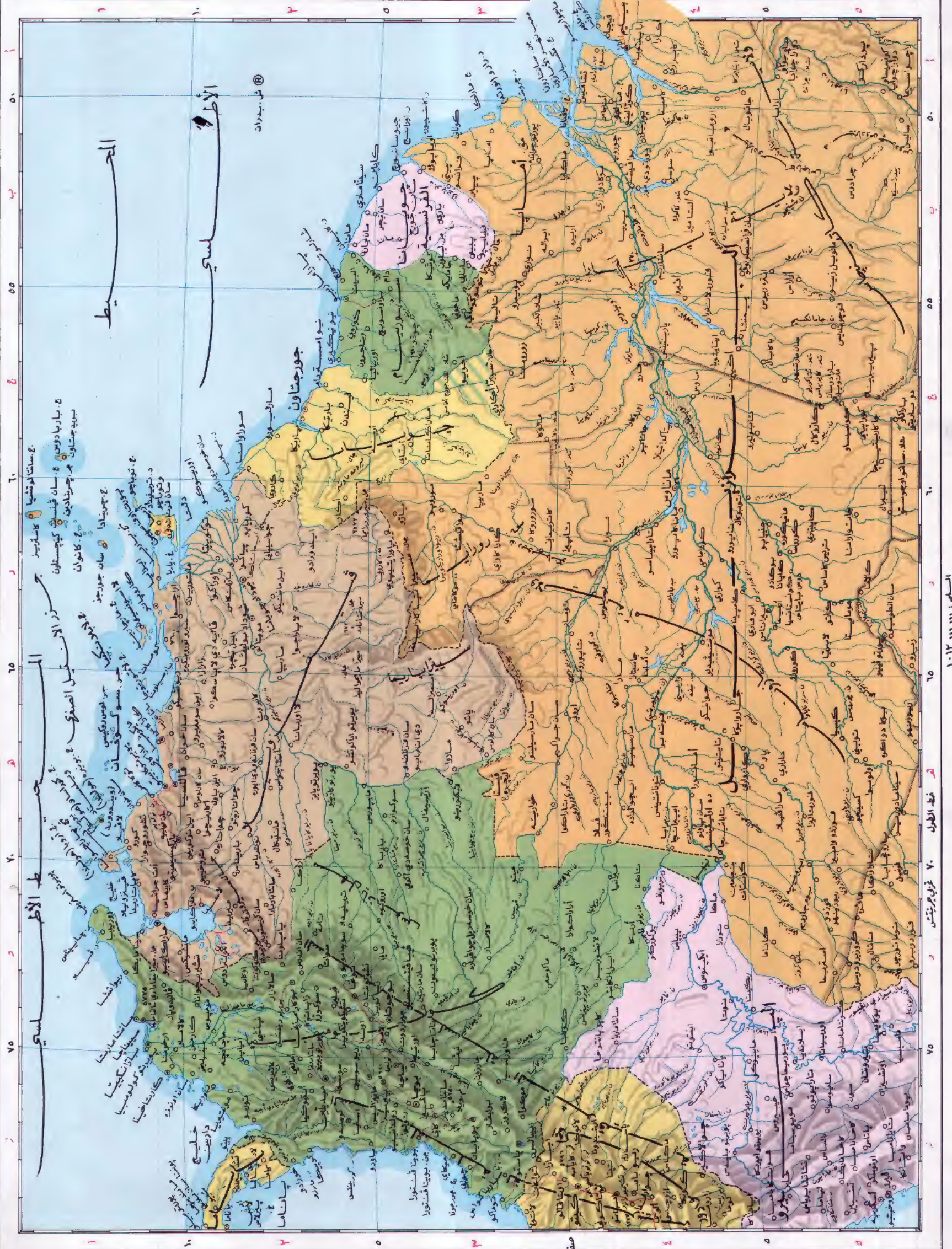
البيرو: حيوان اللاما.



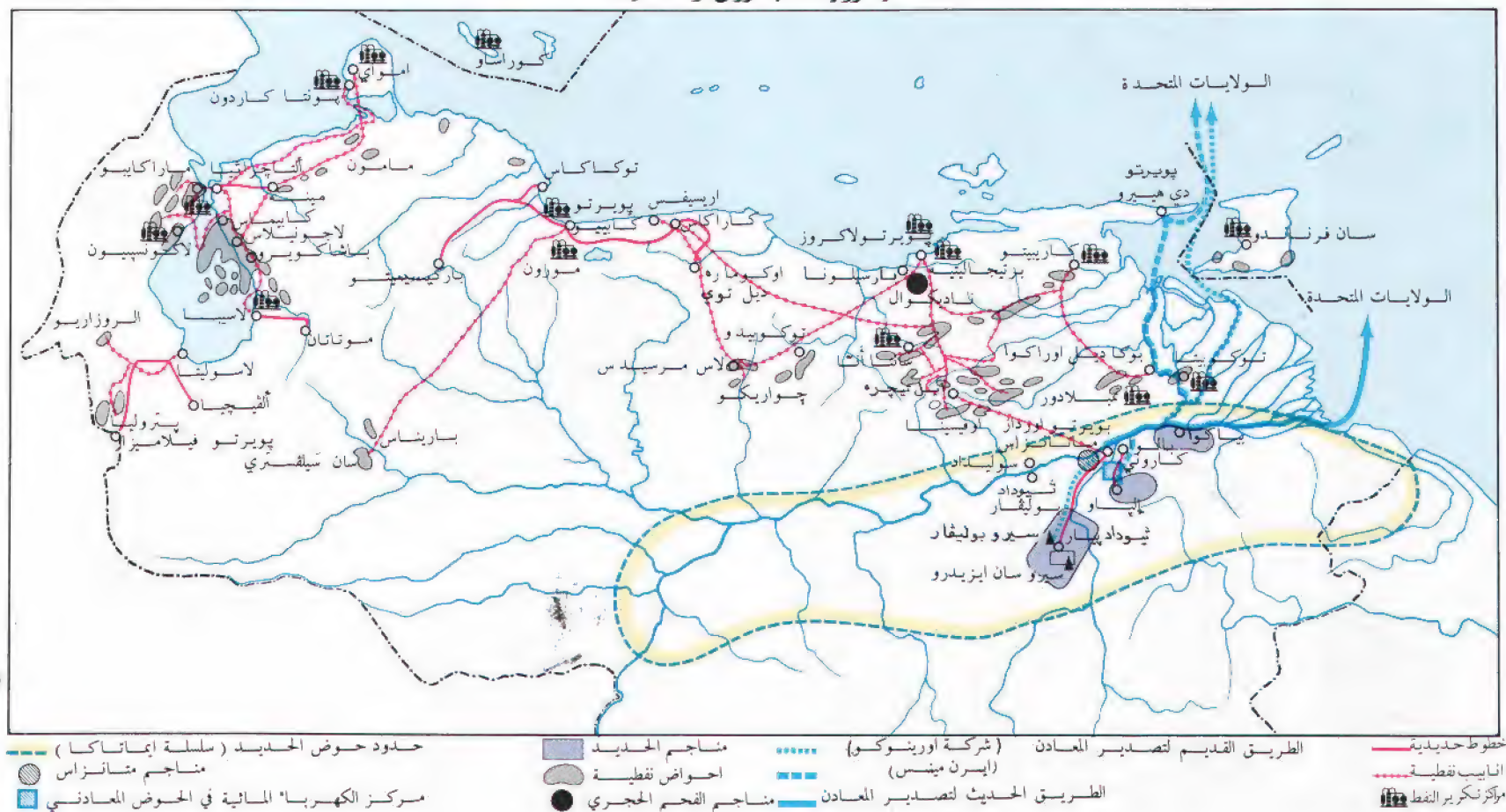
الپیرو: السهول العليا جنوب نهر ريو اوروبامبا.

أميركا الجنوبية: الموجات الاستيطانية

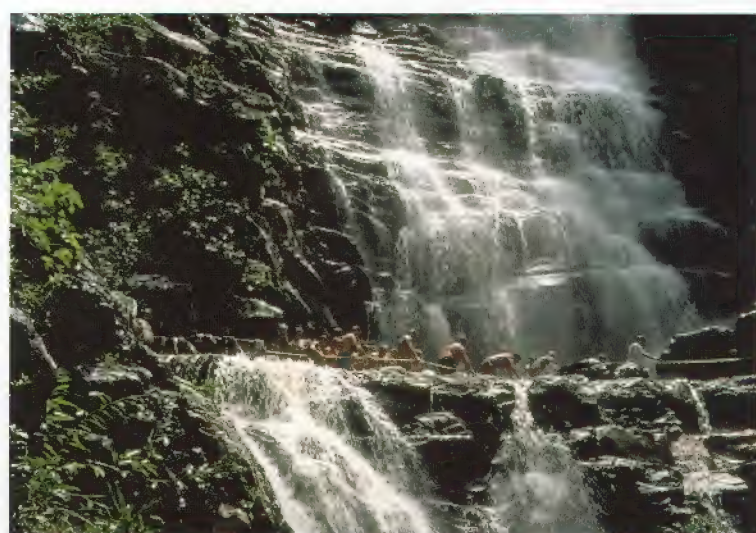




فينزويلا: البترول والحديد



فینزویلا: شلال هاشا یصب فی نهر کاراو.



فینزویلا: شلالات کافاک.



فینزویلا: البجع النهري في مدينة بويرتو لا کروز.



فینزویلا: حیوان الإیچوانا فی مدینة پویرتو لاکروز.



البرازيل: شلالات ايجواسو.



البرازيل: سد زاتابا.



البيرو: تسلق الجبال في مدينة ماشويكشو.



بوليفيا: امرأة بوليفية.



البيرو: قلعة شان شان الرملية.



البيرو: ساكساوامان، من آثار الأنكا، وهي أكبر قلعة.



الاكوادور: جُزف بركاني في جزيرة چالاپاجوس.



البيرو: مشهد جوي لآثار ماشويكشو.



البرازيل: جبل پاو دي أسوكار (جبل شوچر لوف) في مدينة ريو دي جانيرو.

برازیل و دولت‌الاند الوسطی



خريطة رقم ۵۵





بوليفيا: كنيسة سان فرانسيسكو في مدينة لا باز.



البيرو: مدرج معبد الأنكا في مدينة كيكو.



البيرو: حضارة الأنكا في مدينة ماشو بكشو.



البيرو: دير الرهبان اليسوعيين في مدينة أريكيا.



الاكوادور: مجلدة بركان كوتوپاكسي.



الاكوادور: بركان كوتوپاكسي.



الاكوادور: السراطين على جزيرة جالاپاجوس.



البيرو: قلعة ساكساوامان من آثار الأنكا في مدينة كوسكو.



البيرو: قلعة أثرية لحضارة الأنكا في مدينة بيساك.



البرازيل: مشهد لقطع الأشجار.



البرازيل: مبنى المجلس النيابي في برازيليا.



البيرو: الواجهة الغربية لما تبقى من آثار البرج المركزي في مدينة ماشويكشو.



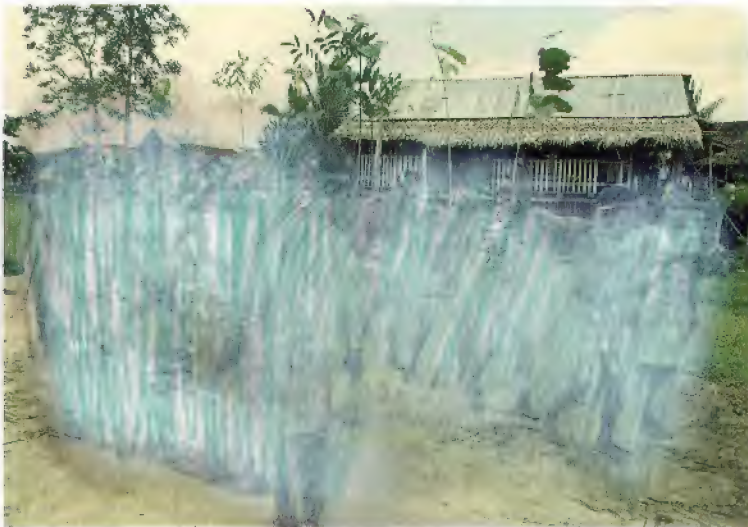
كولومبيا: ثعبان الأناكثدة.



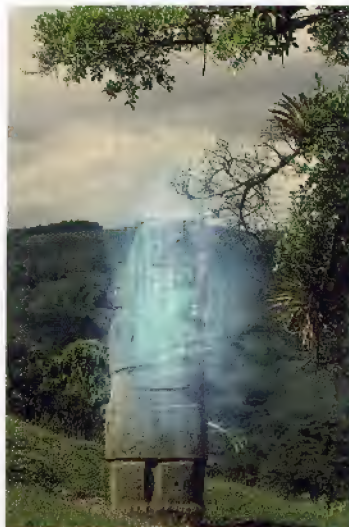
كولومبيا: طارق الطبول.



كولومبيا: امرأة كولومبية.



كولومبيا: رقصة هندية تقليدية.



كولومبيا: تمثال سان اوچوستين.



كولومبيا: كنيسة في بوجوتا.



البيرو بلد جبلي تنبع أنهاره كلها من جبال الأنديز، وتتجه شرقاً لتصب في نهر الأمازون، وغالباً ما تشكل مرتفعاته شلالات نهرية مرتفعة.

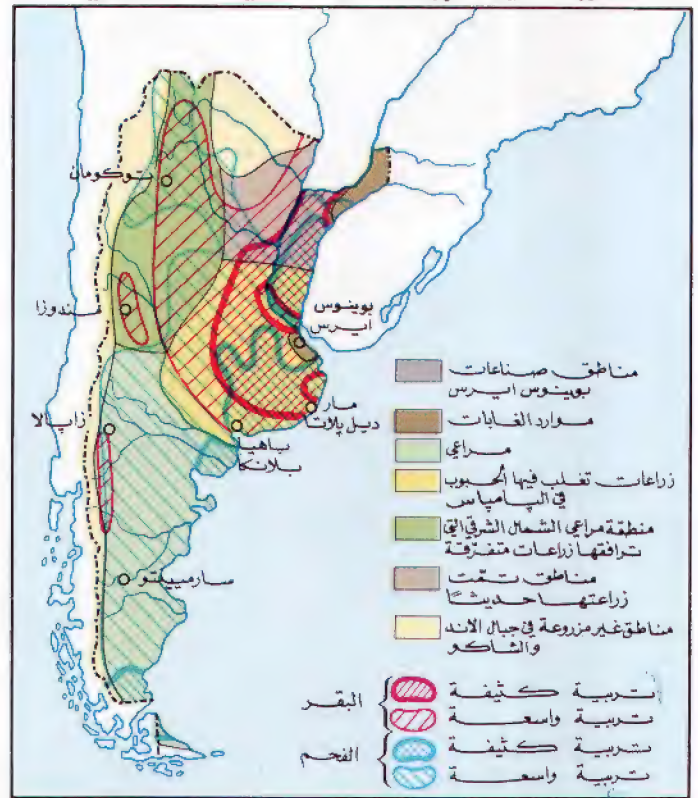


التشيلى: بركان فياريكا في مدينة بوكون.

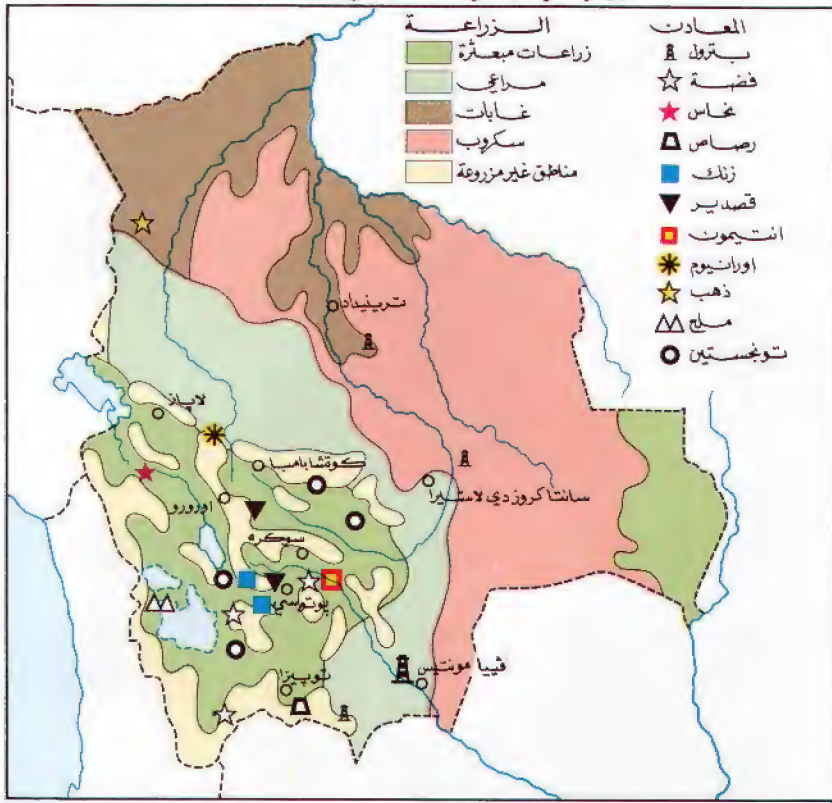


التشيلى: شلالات يويو.

الأجنطين: الزراعة وتربية الماشية



بوليفيا: الزراعة والمعادن



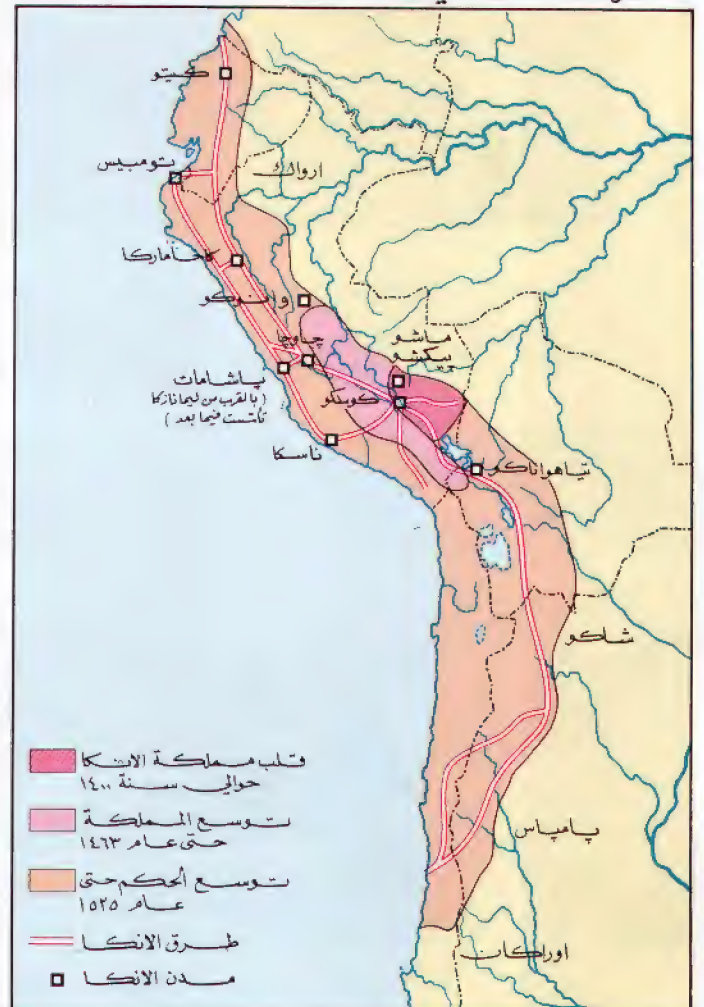
مضيق ماجيلان

مضيق ماجيلان هو ممر مائي ضيق ومتعرج يفصل جزر فويجو (أرض النار) عن البر الرئيسي لأمريكا الجنوبية. ويمتد مضيق ماجيلان عند الطرف الجنوبي من القارة. قاد المستكشف البرتغالي فرديناند ماجيلان أول رحلة استكشافية أوروبية عبر هذا المضيق في أول رحلة حول العالم، وقد استغرقت بين تشرين الثاني ١٥٢٠ ونيسان ١٥٢١. (في الخريطة أدناه، يمثل الخط الأحمر الطريق الذي اتبعه ماجيلان).

يمتد مضيق ماجيلان بطول ٥٦٣ كيلومتراً ويتراوح عرضه بين ٣ و ٣٢ كيلومتراً. وقبل شق قناة پاناما، كان مضيق ماجيلان ورأس هورن أقصر طريقين بحريين من المحيط الأطلسي إلى المحيط الهادئ. يتعرض المضيق لرياح عنيفة وأمطار غزيرة على مدار السنة.



الفتوحات المتتالية لمملكة الانكا





أوقيانیا



أستراليا: صخرة آيرز، وهي صخرة قديمة التكوين يرجع تاريخها إلى ٦٠٠ مليون سنة





أوقيانيا هو الاسم المستعمل للدلالة على جزء من العالم يشمل معظم الجزر الواقعة في المحيط
تجمع معاً وفقاً للخصائص الجسدية والثقافية التي يتميز بها السكان. ووفقاً للتحديد الذي تعطيته
جزر الهاديء أو أوقيانيا

يطلق هذا الاسم على مجموعة من آلاف الجزر المبعثرة في أنحاء المحيط الهاديء. ولا أحد يعرف
٢٠.٠٠٠ وأكثر من ٣٠.٠٠٠. وتصل مساحة بعضها إلى آلاف الكيلومترات المربعة، بينما لا
تحتفي تحت سطح البحر.

ولا ينتمي بعض هذه الجزر إلى أوقيانيا؛ فالجزر القريبة من البر الرئيسي الآسيوي، مثل الجزر
وتلحق الجزر القريبة من أميركا الشمالية وأميركا الجنوبية، مثل جزر ألوشن وجزر ألپاجوس، بهاتين
وتعتبر هذه المناطق جزءاً من ما يُعرف بحافة الهاديء.

وبالرغم من أن بعض جزر أوقيانيا كبير المساحة، فإن مساحة الجزر الإجمالية تبقى أقل من مس
وفاي أكبر جزيرة في العالم بعد جرينلاند. وتحتل الجزيرتان الرئيسيتان في نيوزيلاندا المرتبتين الثا
الجديدة أكثر من أربعة أضعاف المساحة الإجمالية لجزر الهاديء.

يمكن تقسيم أوقيانيا إلى ثلاث مناطق رئيسية: (١) ميلانيزيا و(٢) ميكرونيزيا و(٣) بولينيز
الأصلية وحلفيتها الإثنية.

ميلانيزيا تعني الجزر السوداء ويُشتق اسمها من كلمة ميلانين، وهي الصباغ الضارب للسوداء
كبيرة من الميلانين، ما يجعلها داكنة جداً. وتضم ميلانيزيا غينيا الجديدة وجزر سالومون وكاليدو
الجغرافي. غير أن ثقافة شعبها أقرب إلى الثقافة البولينيزية. وتقع الجزر الميلانيزية إلى جنوب
ويُسمى اسم ميكرونيزيا الجزر الصغيرة جداً. تقع هذه الجزر شمال ميلانيزيا، ويتواجد معظمها
معظمها من الجزر المرجانية المنخفضة الارتفاع. وتضم ميكرونيزيا جوام وجزر كارولين وجزر
أما بولينيزيا فتعني الجزر الكثيرة. وتشغل هذه الجزر أكبر مساحة في جنوب الهاديء. وتفصل
جزر ميدواي شمال نيوزيلاندا باتجاه الجنوب على طول ٨٠٠٠ كيلومتر. وتقع أبعد جزيرة من
كيلومتر من نيوزيلاندا.

تختلف طبيعة الأرض والمناخ اختلافاً كبيراً في جزر الهاديء الكثيرة. ويشتهر الكثير من هذه
المحيطية اللطيفة وأشجار النخيل المتمايلة. ويتميز بعض الجزر الأخرى، خصوصاً في ميلانيزيا، بأد
من المناطق المنخفضة على هذه الجزر، لكن قمم الجبال العالية تبقى مكللة بالثلوج على مدار
يعيش في جزر الهاديء حوالي ١٣ مليون نسمة. ويشهد بعض الجزر أو مجموعات الجزر فقط
السكان. ولا يزيد عدد السكان في الكثير من الجزر عن مئة شخص، بينما يخلو بعضها الآخر تماماً
آسيا منذ آلاف السنين. واستقروا في باديء الأمر في ميلانيزيا وميكرونيزيا، ثم استوطنوا بولين
على مدى آلاف السنين، نشأت وتطوّرت مجموعة كبيرة ومنوعة من الثقافات أو الحضارات
المختلفة. لكن معظم سكان الجزر عاشوا تقليدياً في قرى، واعتاشوا من صيد الأسماك أو الزراعة.
يعرف العالم عنها شيئاً. ثم، في القرن السادس عشر، وصل أول الأوروبيين إلى المحيط الهاديء.
المتحدة الأميركية قد بسطت سيطرتها على معظم أوقيانيا.

أحضرت الأوروبيون والأميركيون طرق عيشهم الخاصة إلى الجزر. ونتيجة لذلك، يقوم اليو
والأوروبيون، والأسلوب القديم الذي تناقلته الأجيال على مدى آلاف السنين. يضم الكثير من الج
مدن أميركا الشمالية وأوروبا. لكن القسم الأكبر من السكان لا يزال يعيش في القرى، والكثي
وتختلف نيوزيلاندا وهاواي بأوجه كثيرة عن بقية أوقيانيا. فنيوزيلاندا دولة مستقلة ومنطوق
أوروبية. أما هاواي فهي ولاية من الولايات المتحدة الأميركية وتمتّع، مثل نيوزيلاندا، باقتصاد
وتتناول المادة التالية بشكل رئيسي جزر الهاديء الأخرى. وكان معظم هذه الجزر خاضعاً في الم
البلدان الحاكمة قد أخذت من الجزر أكثر بكثير مما أعطتها. وفي أوائل الستينات، بدأ عدد متزايد
معظم الجزر أو مجموعات الجزر استقلاله أو حقّق شكلاً من أشكال الحكم الذاتي.

يمكن تقسيم جزر الهاديء إلى هتين رئيسيتين: (١) الجزر المرتفعة و(٢) الجزر المنخفضة.
تتكوّن الجزر المرتفعة في قسمها الأكبر من التلال والجبال الوعرة. ويرتفع بعض الجبال عالياً جداً
وتضرب هذه الجزر أيضاً زلازل متكررة وعنيفة أحياناً. وتنتمي أكبر جزر الهاديء إلى هذه الفئة.
وتشمل الجزر المرتفعة أيضاً الجزر الرئيسية في مجموعات فيجي وهاواي وماريان وساموا وسال
تتألف الجزر المنخفضة من شعاب مرجانية مكونة من هياكل ملايين الحيوانات البحرية البالغة
في معظمها أصغر حجماً من الجزر المرتفعة، ولا تعلو أكثر من متر واحد فوق سطح البحر. وتؤد
بالصونامي، تغمر أقل هذه الجزر ارتفاعاً.

يتكوّن معظم الجزر المنخفضة من جزر مرجانية حلقية Atolls. ويتشكّل هذا النوع من الجزر م
الجزر المنخفضة كافة الجزر في مجموعات جيلبرت ومارشال وفينيكس وتواموتو وتوقالو، إضافة
الحركات في باطن الأرض بعض الجزر المرجانية أكثر من غيرها، ونذكر من هذه الجزر نورو ونيو
معظم الجزر المرتفعة.

المناخ

تقع جميع جزر الهاديء تقريباً في المناطق الإستوائية، وهي تتمتع بالتالي بمناخ دافئ على مدار
متوبة أو ترتفع فوق ٢٧ متوبة. لكن المناطق الجبلية في غينيا الجديدة وبعض الجزر المرتفعة الأخرى
الجديدة ونيوزيلاندا على مدار السنة.

المحيط الهادىء

المساحة: حوالى ١٨١ مليون كم^٢.

أقصى المسافات: من الشمال إلى الجنوب حوالى ١٥,٤٥٠ كم.

من الشرق إلى الغرب حوالى ٢٤,٠٠٠ كم.

معدل العمق: حوالى ٣,٩٠٠ م.

أقصى عمق: ١١,٠٣٣ م عند غور تشالنجر.

درجة حرارة السطح: القصوى ٢٨° مئوية، قرب خط الاستواء في شهر آب.

الذئيا - ١° مئوية، في المنطقة القطبية في الشتاء.

المد والجزر: المد: ٩,١ م، قرب الشاطئ الغربي لكوريا.

الجزر: ٣,٠ م، عند جزر ميدواي.

لحة طبيعية

المحيط الهادىء أكبر كتلة مائية في العالم، فإذا وُضعت كل القارّات فيه لبقى متسع لقارّة إضافية بحجم آسيا، أكبر القارّات على الإطلاق. ويمثّل المحيط الهادىء نصف المحيط العالمى، وأكثر من ثلث مساحة سطح الأرض.

يمتدّ المحيط الهادىء من مضيق بيرينج شمالاً إلى أتاكتيكا جنوباً. تحدّه أميركا الشمالية وأميركا الجنوبية من الشرق، وآسيا وأستراليا من الغرب. وتُعتبر مجموعة من البحار تسمى بحاراً هامشية Marginal Seas، جزءاً من المحيط الهادىء؛ وأهمّها بحر بيرينج وبحر اليابان وبحر كورال.

وتنتشر آلاف الجزر في المحيط الهادىء وتراوح بين جزر تشكّل دولاً كاليابان ونيوزيلاندا، ومئات الجزر الصغيرة المبعثرة في وسط المحيط الهادىء وجنوبه. وبعض جزر الهادىء قمم براكين تستند قواعدها على قاع المحيط، وبعضها الآخر شعاب مرجانية تمتدّ فوق قمم مغمورة بالمياه.

أول من أطلق تسمية الهادىء على هذا المحيط السّاسع، المستكشف البرتغاليّ فرديناند ماجلان الذي مخر عباب الهادىء لأسابيع عدّة تدفع أشرّعته رياحاً لطيفة. لكنّ المحيط الهادىء ليس هادئاً دائماً، فأعاصيره حطّمت أساطيل عدّة، ودمرت مدناً كثيرة على جزره. وقد خلقت الزّلازل والانفجارات البركانية في أعماق المحيط الهادىء، أمواجاً عاتية مدّرة تسمى تسونامي. ويصل ارتفاع هذه الأمواج أحياناً إلى ٣٠ متراً، ما يهدّد الجزر التي تعترضها بالدمار الشّديد.

الحدود والمساحة

تشكّل أميركا الشمالية وأميركا الجنوبية الحدود الشرقيّة للمحيط الهادىء، فيما تقع آسيا وجزر سوندا التابعة لأندونيسيا وجزيرة أستراليا إلى غربه. ويربط مضيق بيرينج شمالاً المحيط الهادىء بالمحيط المتجمّد الشمالي. ويعتبر بعض الجغرافيين خطّ العرض ٥٠° جنوباً تقريباً، الحدّ الفاصل بين المحيطين الهادىء والمتجمّد الجنوبيّ.

لكنّ معظم الجغرافيين لا يعترف بوجود المحيط المتجمّد الجنوبيّ، وهم بالتالي يعتبرون أنّ المحيط الهادىء يمتدّ إلى ساحل أتاكتيكا، القارّة التي تحيط بالقطب الجنوبيّ وتغطّيه. ويقسم الجغرافيون المحيط الهادىء عند خطّ الاستواء إلى المحيط الهادىء الشماليّ والمحيط الهادىء الجنوبيّ.

تبلغ مساحة المحيط الهادىء والبحار الهامشية التابعة له حوالى ١٨١ مليون كم^٢، ويصل طوله إلى حوالى ١٥,٤٥٠ كم بين أقصى نقطتين: مضيق بيرينج ورأس أدار في أتاكتيكا، فيما يصل أقصى عرض له بين باناما وشبه جزيرة ماليزيا إلى حوالى ٢٤,٠٠٠ كم، أي ثلاثة أخماس محيط الأرض تقريباً.

الشيطان والجزر

تتمتاز شيطان أميركا الشمالية والجنوبية بانتظامها التّسبي. وبعدّ خليج كاليفورنيا الخليج الكبير الوحيد على هذه الشيطان التي ينتشر أمامها بعض الجزر المنقرّقة. أمّا الشيطان المشرفة من الغرب على المحيط الهادىء غير منتظمة، وتداخلها عدّة بحار هامشية تفصل بينها جزر كبيرة. أبرز البحار الهامشية بحر أوخوتسك وبحر اليابان وبحر الصين الشرقيّ وبحر الصين الجنوبيّ وبحر جافا وبحر باندا وبحر تيمور وبحر كورال وبحر تاسمان. ويقع بحر بيرينج إلى الشمال من جزر ألوشن وإلى الجنوب من مضيق بيرينج. وأكبر بحار المحيط المتجمّد الجنوبيّ (أتاكتيكا) بحر روس.

وتنتشر في المحيط الهادىء آلاف الجزر، بعضها قريب من البرّ الرئيسيّ للقارّات، ويعتبر جزءاً من هذه القارّات، فاليابان والفلبين تقعان شرق قارّة آسيا وتعتبران جزئين منها. وتعتبر جزر ألوشن تابعة لأميركا الشمالية، وجزر جالاباغوس أجزاء من أميركا الجنوبية. وتسمى المناطق التي تقع فيها هذه الجزر حافة المحيط الهادىء.

وتنتشر جزر أخرى عدّة في المحيط الهادىء. وتسمى هذه الجزر جزر المحيط الهادىء أو أوقيانيا. أبرز هذه الجزر: جزيرة غينيا الجديدة وجزر سالومون وجزر ماريان وجزر ميدواي وجزر هاواي وجزيرة تاهيتي وجزيرة نيوزيلاندا.

قاع المحيط

يصل معدل عمق المحيط الهادىء إلى حوالى ٣,٩٠٠ م، لكنّ القاع متعدي الانخفاض إلى درجة كبيرة. فتحت الماء، تنتشر جبال وتنوعات ومناطق شديدة العمق تسمى خنادق Trenches.

وتتمتدّ سلسلة جبال هائلة من شمالي أتاكتيكا إلى أمام شاطئ المكسيك في أميركا الشمالية. وتسمى هذه السلسلة مرتفع شرق المحيط الهادىء، ويراوح ارتفاعها بين حوالى ٢,٠٠٠ م و٣,٠٠٠ م فوق قاع المحيط. وقد اتجهت الانفجارات البركانية على هذا التّوء عدداً من القمم يشكّل بعضها جزراً.

تختلف كمية الأمطار اختلافاً كبيراً بين مناطق أوقيانيا. فبعض الجزر، ولا سيّما الجزر المنخفضة، لا يتلقّى أكثر من بضعة سنتيمترات من المطر سنوياً. ولكنّ بعض الجزر الأخرى، خصوصاً جزر كارولين والجزر المرتفعة في ميلانيزيا الغربية، يتلقّى في الكثير من الأحيان أكثر من ٣٨١ سنتيمتراً من المطر سنوياً. ويشهد معظم الجزر فصلاً مطراً وفصلاً جافاً. في ميلانيزيا وبولينيزيا، يمتدّ موسم الأمطار من كانون الأوّل إلى آذار ويمتدّ موسم الجفاف من نيسان إلى تشرين الثاني. وفي ميكرونيزيا، يمتدّ موسم الأمطار من أيار إلى كانون الأوّل، ويمتدّ موسم الجفاف من كانون الثاني إلى نيسان.

وكثيراً ما تضرب التّيفونات (أعاصير استوائية) جزر الهادىء. وتجلب هذه الأعاصير معها رياحاً عنيفة وأمطاراً غزيرة، تسبّب أحياناً بخصائر فادحة في الأرواح والممتلكات. في ميكرونيزيا، تضرب التّيفونات في أيّ وقت من السنة، لكنّ هذه الأعاصير تحدث في أكثرية الأحوال بين تمّوز وتشيرين الأوّل. وتحدث معظم أعاصير جنوب الهادىء بين كانون الثاني وأذار.

الاقتصاد

تتمتّع هاواي ونيوزيلاندا ونورو باقتصاد متطوّر. ويرتكز اقتصاد هاواي، إلى حدّ بعيد، على التوظيف في الدوائر الحكومية وعلى السياحة. وتتمتّع نيوزيلاندا بقطاع زراعيّ وصناعيّ مزدهر. ويتألّف معظم اليد العاملة في هاتين الجزيرتين من الأجراء. أمّا سكان نورو فيحصلون على القسم الأكبر من دخلهم من عماليات التعدين (العمل في المناجم).

ولكن في جزر الهادىء الأخرى، لا يكسب الكثير من الناس سوى قدر قليل من المال، أو لا يكسبون أي مال على الإطلاق. ويتألّف معظمهم من القرويين الذين يزرعون طعامهم وينون منازلهم ويصنعون ملابسهم بأنفسهم. وقد يحقّق هؤلاء مدخولاً بسيطاً بزرع شجر جوز الهند أو الموز أو قصب السكر وبيعه من الشركات المصدّرة. وفي أنحاء جزر الهادىء، ينزح عدد متزايد من الريفيين إلى البلدات والمدن للعمل مقابل أجر.

الموارد الطبيعية

في الكثير من الجزر المنخفضة، تكون التربة فقيرة وكمية الأمطار ضئيلة بحيث لا تتمكّن النباتات من النموّ بشكل جيد. ولا تنمو في هذه الجزر سوى الأعشاب والنباتات الصغيرة. وفي الجزر المنخفضة التي تتلقّى كمية أكبر من الأمطار، تنمو أشجار جوز الهند وأشجار الكاوي. ويتمتّع الكثير من الجزر المرتفعة بتربة خصبة وكمية وافرة من الأمطار. وتنمو في هذه الجزر أشجار وأزهار غير اعتيادية. وتغطّي الأدغال الكثيفة والغابات التي يتصاعد منها البخار جزر غينيا الجديدة وسالومون وفانواتو.

وتشمل الحيوانات القليلة البديّة (الأصليّة) في هذه الجزر، الطيور والسرطانات البريّة والعظاء والجرذان. وتشكّل القطط والخرّشنة وطيور أخرى أكثر الحيوانات شيوعاً في جزر الهادىء. وتعيش التماسيح والتعاين في غينيا الجديدة وبعض الجزر القريبة. وتعيش أيضاً في هذه الجزر حيوانات الكنغر وجرايئات أخرى (ثدييات تضع صغاراً في طور مبكر جداً من النموّ).

تحتوي الجزر على القليل من الموارد المعدنية، باستثناء تراكيمات غنيّة من النيكل في جزيرة كاليدونيا الجديدة، ومن النحاس والذهب والنفط في غينيا الجديدة. وتملك كاليدونيا الجديدة أيضاً بعض الكروم والحديد، كما تملك فيجي كمية صغيرة من الذهب والمغنيز. وتحتوي نورو على تراكيمات من الفوسفات، الذي يُستعمل لصنع السماد.

الزراعة

تشكّل الزراعة القطاع الاقتصاديّ الرئيسيّ في أوقيانيا، ويشكّل لبّ جوز الهند المحجّف أهمّ منتجاتها الزراعية. تسحق المعامل لبّ جوز الهند المحجّف لإنتاج زيت جوز الهند، الذي يُستعمل لصنع موادّ مثل المرغرين والصابون، وتستورد بلدان كثيرة زيت جوز الهند أو لبّ جوز الهند المحجّف من جزر الهادىء. وتزرع أيضاً كلّ من تونجا وساموا الغربية وفيجي وجزر كوك الموز للتصدير. ويشكّل إنتاج السكر وتصديره النشاط الاقتصاديّ الرئيسيّ في فيجي. وتزرع غينيا الجديدة الكاكاو والبن للتصدير إلى الخارج. في الماضي، كان الأوروبيون يمتلكون معظم الأراضي الزراعيّة في جزر الهادىء. أمّا اليوم، فيملك الكثير من سكان الجزر مزارعهم الخاصّة. وفي بعض القرى، تخصّص الأرض الزراعيّة الجماعية كلّها.

التعدين والصناعة

يحاول الكثير من الجزر إنشاء أنشطة اقتصاديّة أخرى إلى جانب الزراعة. وتوسّع الجزر التي تملك موارد معدنيّة، مثل فيجي وكاليدونيا الجديدة، صناعاتها التعدينيّة. وفي بوجانفيل في بابوا-غينيا الجديدة، تساهم المصارف الأميركيّة والأستراليّة والبريطانيّة وغيرها في استغلال وإمّاء أحد أكبر مناجم النحاس في العالم. ويحتوي هذا المنجم أيضاً على تراكيمات ذهب قيمة.

وتشكّل مناجم الفوسفات قطاعاً هاماً في نورو، لكنّ أركرة الفوسفات تُستنفد بسرعة كبيرة. وفي المدن الكبيرة في جزر الهادىء، تنتج المعامل والمصانع سلعاً مثل زيت جوز الهند والصابون والسكر. وتستعمل جزر سالومون وبابوا-غينيا الجديدة وساموا الغربية وبعض الجزر الأخرى المغطّاة بالغابات، المناشر لقطع وتحضير الأخشاب المحليّة.

السياحة

نمت السياحة بشكل هائل في جزر الهادىء، منذ بداية السفر بالطائرات النّفاثة في الخمسينات. ومع تزايد وفود السوّاح إلى الجزر، ستحتاج هذه المناطق إلى بناء المزيد من المطارات والفنادق والطرق السريعة والمحالّ التجاريّة والمطاعم. وتعمل حالياً الجزر التي تشجّع السياحة بشكل فاعل (مثل جزر كوك وفيجي وتاهيتي) على بناء هذه المنشآت. إلّا أنّ بعض سكّان الجزر يخشون أنّ يقدّر النمو المتزايد للقطاع السياحيّ السحر الطبيعيّ للجزر وطريقة الحياة التقليديّة فيها. وفي بعض المجموعات الجزيريّة، أجريت محاولات لضبط وتنظيم نموّ القطاع السياحيّ.

الحياة في المحيط

تزخر مياه المحيط الهادى، لا سيما تلك القريبة من السواحل، بملايين الكائنات والحيوانات التي تشكل الرواسب المعروفة بالعوالق والتي تتجمع قرب سطح المحيط. وتعيش آلاف الأنواع من الأسماك في المحيط عند مختلف الأعماق، لكنها منتشرة أكثر في الطبقات العليا من المياه حيث الغذاء أكثر توفراً. وتستنشق الثدييات البحرية، كالدلافين والفقمات والحيتان، الهواء عند السطح، وتغسل بحثاً عن الطعام. ومن حيوانات القاع، المرجان والأخطبوط والأسماك الصدفية والديدان. وتنمو أعشاب بحرية في حوض المحيط حيث المياه ضحلة. وتعيش مجموعات كبيرة من الحيوانات البحرية الغربية قرب المنافذ الحارة، وأهمها أنواع من البطلينوس وبلح البحر، التي يصل طول كل منها حوالي ٣٠ سم، والديدان الأنبوبية التي يصل طولها إلى حوالي متر واحد. ومن الحيوانات الأخرى التي تعيش في هذه المناطق، أنواع من السرطان والأسماك والقريدس التي لا تعيش في المناطق الأخرى من المحيط.

وتنحو الرياح السائدة أمام سواحل أميركا الجنوبية إلى اليبوب غرباً، فتجرف المياه العميقة والباردة إلى السطح، فيما يسمى ارتفاع المياه Upwelling. والمياه الأبرد أغنى بالمعادن وغيرها من المواد الغذائية التي تحتاجها العوالق النباتية للحيات. وتقتات الأسماك على هذه العوالق. ويعد المحيط الهادى من أغنى المحيطات بالأسماك، ولذلك نشأت أمام سواحل البيرو إحدى أكبر المصائد في العالم. ودورياً، تحصل ظاهرة تدعى النينو El Niño، تضعف خلالها الرياح التجارية فتتدفق كميات كبيرة من غرب المحيط الهادى إلى شرقه، وتحل محل المياه الباردة أمام سواحل أميركا الشمالية وأميركا الجنوبية. وتسبب الرياح الضعيفة ارتفاعاً قليلاً للمياه الغنية بالمواد الغذائية، ما يجعل أعداد الأسماك في المنطقة تنخفض.

أهمية المحيط

يؤمن المحيط الهادى نصف الأسماك والأسماك الصدفية المصادة في العالم (حوالي ٥٢ مليون طن في السنة). ويصايد حوالي نصف هذه الكمية في شمال غرب المحيط الهادى - أي أمام سواحل الصين واليابان وروسيا. وتنتشر مصائد أخرى مهمة في جنوب شرق آسيا وأستراليا وأميركا الجنوبية وأميركا الشمالية. ومن منتجات المحيط أيضاً، اللؤلؤ والأعشاب البحرية (التي تستعمل سماداً وفي حفظ الأطعمة) والأسماك المدارة (التي تتخذ للزينة في أحواض منزلية) والمعادن.

وأبرز المنتجات المعدنية المستخرجة من المحيط الهادى، النفط الذي اكتشف ترسباته في المياه الساحلية لكاليفورنيا وجنوب شرق آسيا وأستراليا. وقد نشأت آبار في هذه المناطق. وتنتج آبار أخرى على الرفوف القارية أمام روسيا وجنوب شرق آسيا وأستراليا، مادة الغاز الطبيعي.

والهادى أحد أهم الممرات التجارية في العالم. فمنذ الخمسينات، ازدادت كميات البضائع المنقولة عبر المحيط، بعد تطور الصناعة في بلدان شرق وجنوب شرق آسيا. وتعد البحار الهامشية للمحيط الواقعة قرب شرق وجنوب شرق آسيا، ممرات هامة لسفن الركاب. ففي الفلبين مثلاً، ينتقل الكثير من السكان من جزيرة إلى أخرى في قوارب.

التلوث

مشكلة هامة في مياه الهادى الساحلية وفي بحار المحيط الهامشية. وأبرز أسباب التلوث، النفايات الصناعية ومياه المجاري والنفط المتسرب من الناقلات والآبار البحرية. وتهدد هذه المواد الحياة البحرية في المحيط الهادى. وفي العام ١٩٨٢، أقرت الأمم المتحدة قانون معاهدة البحار التي وضعت موضع التنفيذ في العام ١٩٩٤ بعد أن وقعتها ٦٠ دولة وتبنتها. وتنص المعاهدة على الحد من تلوث المحيطات، وتنظم صيد السمك والتعدين تحت سطح المياه، كما حددت حدود المياه الإقليمية للدول.

الاستكشاف

لا بد أن أول من مخّر عباب الهادى، أجداد سكان الجزر المنتشرة في المحيط. وقد بدأ الملاحون من جنوب شرق آسيا بالوصول إلى جزر المحيط الهادى منذ حوالي ٣٠٠٠ سنة. ومع حلول القرن الحادي عشر بعد الميلاد، كانت الجزر الكبيرة في معظمها في الهادى قد أصبحت مأهولة.

وفي العام ١٥١٣، عبر المستكشف الإسباني فاسكو نونيز دو بالبوا برزخ پاناما، وأصبح أول أوروبي يرى شرق المحيط الهادى. أما أول أوروبي يبحر في هذا المحيط، فكان ماجيلان الذي استغرقت رحلته بين تشرين الثاني العام ١٥٢٠ ونيسان العام ١٥٢١. وبين سنتين وسبعينات القرن الثامن عشر، استكشف القبطان جيمس كوك من البحرية البريطانية المحيط الهادى، ورسم خرائط لمعظم مناطقه. ويعتبر كوك أول أوروبي زار أستراليا والكثير من جزر الهادى، بما فيها جزر هاواي ونيوزيلندا.

وكان علماء المحيطات البريطانيون الذين أبحروا إلى المحيط على متن السفينة العلمية «تشانجر» بين العامين ١٨٧٤ و١٨٧٥، أول من درس قاع هذا المحيط. فقد استحصلوا على عتبات من القاع والكائنات الحية التي تعيش في الأعماق. وخلال السنوات التالية، حدد العلماء أعماق مختلف مناطق المحيط الهادى بإزالة كبلات إلى القاع. وفي ثلاثينات القرن العشرين، بدأ علماء المحيطات بدراسة العمق بواسطة آلة السونار التي تحدد العمق بواسطة موجات صوتية تصدرها، فتعكس على القاع وتعود إلى الآلة. وقد ساهم السونار وأجهزة إلكترونية أخرى في رسم خرائط لقاع المحيط الهادى مع حلول العام ١٩٧٠.

وفي العام ١٩٦٠، غطس دونالد والش من البحرية الأميركية وجاك بيكار عالم المحيطات البلجيكي، إلى عمق ١٠,٩٠٠ م في خندق ماريان، على متن غواصة أعماق تسمى «تريست». وفي العام ١٩٧٧، اكتشف علماء على متن سفينة الأبحاث «ألفين» أول المنافذ الحارة في صدع جالاجوس. وقد اكتشف العلماء لاحقاً منافذ حارة في تنوع خوان دي فوكا أمام سواحل ولايتي واشنطن وأوريغون الأميركية، وعلى مرتفع شرق المحيط الهادى، وفي غرب المحيط الهادى.

تقع أعماق مناطق المحيط الهادى قرب السواحل، وأبرزها خندق اليابان وكوريل الواقعة أمام سلاسل الجزر في غرب المحيط الهادى. وتنتشر خنادق أخرى أمام جزر ألوشن وأمام سواحل أميركا الوسطى وأميركا الجنوبية. ويصل عمق خنادق المحيط الهادى إلى ما بين ٦١٠٠ و ٩١٠٠ م. ويضم خندق ماريان القريب من جزيرة جوام غور تشالنجر، وهو أعماق موقع معروف في قاع المحيط العالمي، ويصل عمقه إلى ١١,٠٣٤ م.

وتنتشر تكوينات تسمى منافذ حارة Hot Vents أو منافذ حرارية مائية Hydrothermal Vents في شرق المحيط الهادى بشكل رئيسي. وتنتج هذه المنافذ عن تسرب ماء المحيط عبر شقوق في قاع المحيط حيث تسخن بفعل الصخور البركانية المصهورة. وترتفع المياه بعد ذلك إلى قاع المحيط لتخلق ينابيع من المياه الحارة الغنية بالمعادن.

ويتمد رف قارتي أمام سواحل جميع القارات المحيطة بالمحيط الهادى. ولا يصل عمق المياه عند الرف القارتي إلى أكثر من ١٨٣ م في العادة. وتتمازج الرفوف القارية المحاذية لأميركا الشمالية وأميركا الجنوبية بأنها ضيقة، بينما الرفوف المحاذية لآسيا وأستراليا أعرض نسبياً.

المناخ

يسود شمال المحيط الهادى شتاء طويل وبارد، وصيف قصير ولطيف. وعند خط الاستواء، يبقى المناخ حاراً على مدار السنة. وفي معظم جنوب المحيط الهادى، يكون الصيف معتدلاً والشتاء لطيف البرودة، فيما تهطل أمطار غزيرة. أما في المناطق القريبة من أنتاركتيكا، فالمناخ شديد البرودة. وفي الصيف، تطوف في البحر كتل جليدية منفصلة عن الأنهار الجليدية السائدة في أنتاركتيكا.

وتصل درجة حرارة المياه السطحية عند خط الاستواء إلى أكثر من ٢٨ مئة في آب، لكن درجة الحرارة تنخفض بسرعة عند الأعماق المساوية لحوالي ١٠٠ م إلى ٢٠٠ م تحت السطح. وتصل درجة الحرارة إلى حوالي ٣ مئة على عمق حوالي ١٠٠٠ م، ولا تتغير كثيراً بعد ذلك وصولاً إلى القاع. وفي منطقة أنتاركتيكا، تصل درجة حرارة مياه السطح إلى -١ مئة شتاءً ولا تتغير كثيراً مع تغير العمق.

أبرز أحزمة الرياح في المحيط الهادى الرياح التجارية والرياح الغربية السائدة. وتنتج الرياح التجارية أساساً عن اختلاف درجات الحرارة عند المناطق القريبة من خط الاستواء. فالهواء يسخن عند خط الاستواء ويرتفع، فتأتي الرياح التجارية بهواء أبرد يحل محل الهواء الذي ارتفع. وتهب هذه الرياح من خط العرض ٣٠ تقريباً في نصفي الكرة الأرضية باتجاه خط الاستواء. وتأتي الرياح من الشمال الشرقي في نصف الكرة الشمالي، ومن الجنوب الشرقي في النصف الجنوبي.

وتهب الرياح الغربية السائدة بين خطي العرض ٣٠ و ٦٠ في نصفي الكرة الأرضية، فتنتج أحزمة عاصفة من المطر عند خط العرض ٦٠ تقريباً ومناطق من المطر القليل عند خط العرض ٣٠ تقريباً. وتشكل الرياح الغربية السائدة في نصف الكرة الجنوبي أعنى أحزمة الرياح وأكثرها ثباتاً، بسبب قلة التداخل بين القارات الذي يملك أنظمة الرياح. وتصل الرياح الغربية السائدة في نصف الكرة الجنوبي إلى أعنى مستوياتها بين خطي العرض ٤٠ و ٥٠ حيث تهب بسرعة تصل إلى أكثر من ٦٤ كم في الساعة. وجزء هذا العنف، تسمى هذه الرياح أحياناً «الأربعينات الهوجاء» Roaring Forties.

الأعاصير

تنتج الأعاصير المدارية أمطاراً غزيرة في منطقة المحيط الهادى. ولا تسبب هذه الرياح الدائرية الهائلة عادة دماراً كبيراً، كما أنها تخضر أحياناً كثيرة أمطاراً إلى المناطق الجافة. لكن الأعاصير تزداد سرعتها أحياناً فتصبح عاتية جداً. ويسمى الأعاصير الذي يتجاوز سرعته ١١٩ كم في الساعة تيفوناً. وتهب أكثر هذه الأعاصير تدميراً من الشمال إلى الجنوب، بمحاذاة بحر الصين الشرقي وبحر الصين الجنوبي بين حزيران وكانون الأول، وبمحاذاة شمال شرق المحيط الهادى بين أيار وتشيرين الثاني.

التيارات والمد والجزر

تعتبر التيارات السطحية التي تغطي معظم المحيط الهادى جزءاً من الدوامات Gyres، أي الكتل الضخمة من المياه التي تدور حول نفسها والمتمركزة في المناطق شبه الاستوائية - أي عند خط العرض ٣٠ تقريباً. وتدفع الرياح التجارية والرياح الغربية السائدة الدوامات باتجاه دوران عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي، وعكس هذا الاتجاه في النصف الجنوبي.

وتضم الدوامات عدداً من التيارات. في نصف الكرة الشمالي، يحمل تيار شمال خط الاستواء المياه الدافئة من أميركا الوسطى غرباً نحو بحر الفلبين. ومن هناك، تتجه الدوامة شمالاً، فيصبح اسم التيار تيار اليابان أو تيار كوروشيو، وهو الذي يدق في جزر اليابان. ويسافر تيار شمال الهادى شرقاً عبر المحيط ليدق في غربي كندا، فيما يتجه فرع منه يسمى تيار ألاسكا باتجاه جنوب ولاية ألاسكا الأميركية. ويحمل تيار كاليفورنيا المياه الباردة جنوباً نحو الشاطئ الغربي لأميركا الشمالية.

وفي نصف الكرة الجنوبي، يسري تيار جنوب خط الاستواء من أميركا الجنوبية إلى منطقة قريبة من جزر سالومون. وينطلق من هناك تيار شرق أستراليا حاملاً المياه الدافئة بمحاذاة ساحل أستراليا، ثم إلى نيوزيلندا. وينطلق تيار الرياح الغربية، الذي يسمى أيضاً تيار حول القطب الشمالي، عبر المحيط الهادى الجنوبي شرقاً بين خطي العرض ٣٠ و ٦٠، ويعد أقوى التيارات المحيطية في العالم وأبردها. ويحمل تيار البيرو، ويسمى أيضاً تيار هوبولت، المياه الباردة شمالاً بمحاذاة ساحل أميركا الجنوبية إلى الإكوادور والبيرو.

وتحدث حركة مد وجزر كبيرة على امتداد حافة المحيط الهادى. وأكبر حركات المد والجزر في هذا المحيط تحصل أمام السواحل الغربية لكوريا حيث يزيد عمق المياه أثناء المد بمعدل ٤,٦ م، مقارنة به أثناء الجزر. وفي منتصف المحيط، تكون حركات المد والجزر عند مستواها الأدنى. ويصل الفرق في عمق المياه بين المد والجزر إلى حوالي ٠,٣ م في جزر ميدواي، حيث حركة المد والجزر هي الأصغر في المحيط الهادى.

18. 2 19. 2 20. 2 21. 2 22. 2 23. 2 24. 2 25. 2 26. 2 27. 2 28. 2 29. 2 30. 2 31. 2 32. 2 33. 2 34. 2 35. 2 36. 2 37. 2 38. 2 39. 2 40. 2 41. 2 42. 2 43. 2 44. 2 45. 2 46. 2 47. 2 48. 2 49. 2 50. 2 51. 2 52. 2 53. 2 54. 2 55. 2 56. 2 57. 2 58. 2 59. 2 60. 2 61. 2 62. 2 63. 2 64. 2 65. 2 66. 2 67. 2 68. 2 69. 2 70. 2 71. 2 72. 2 73. 2 74. 2 75. 2 76. 2 77. 2 78. 2 79. 2 80. 2 81. 2 82. 2 83. 2 84. 2 85. 2 86. 2 87. 2 88. 2 89. 2 90. 2 91. 2 92. 2 93. 2 94. 2 95. 2 96. 2 97. 2 98. 2 99. 2 100. 2





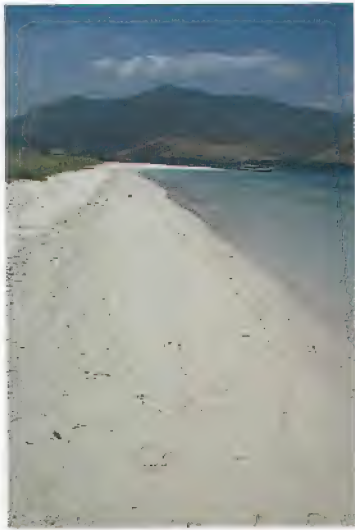
جزر هاواي في أوقيانيا.



نيوزيلاندا: بركان روييهو.



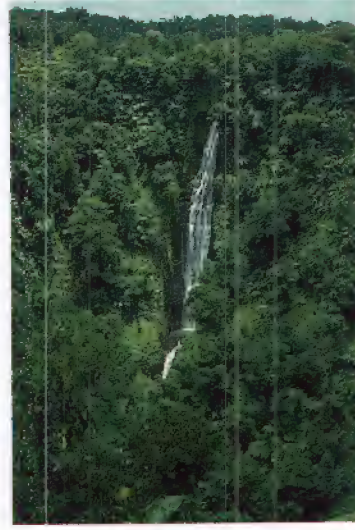
جزيرة فيجي: جزيرة بيتش كومبر.



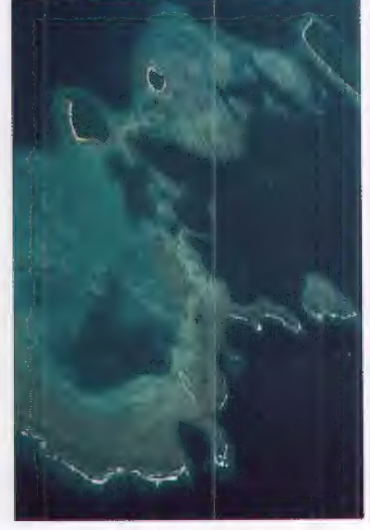
اندونيسيا: احدى الجزر.



استراليا: شجر البرتقال.



جزيرة ساموا: شلال في الادغال.



جزر ساموا: مشهد للجزر.



جزيرة تاهيتي: الهضبة البركانية في موريا.



جزر كوك: احدى الجزر الغير مسكونة.



استراليا: الشاطئ الجنوبي.



استراليا: الكنغر الرمادي.



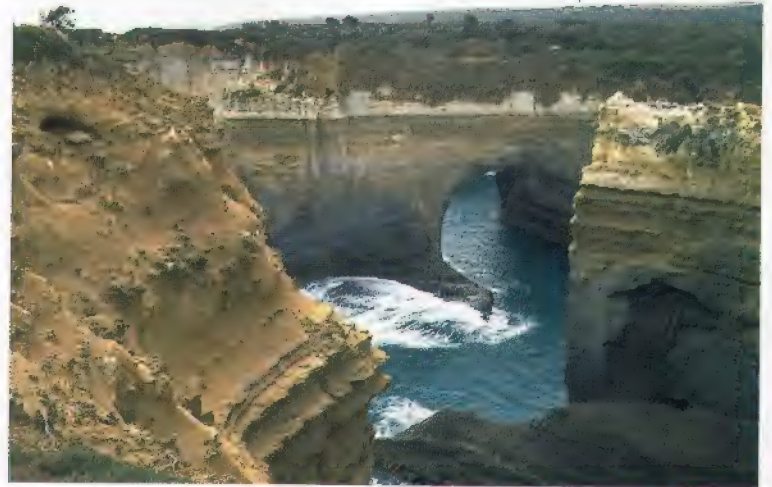
جزر فيجي: مغيب الشمس.



نيوزيلندا: الينابيع الحارة (الهيذر) في روتوروا.



بولينيزيا الفرنسية: خليج كوك.



استراليا: محمية بورت كامبل تؤدي الى طريق المحيط.



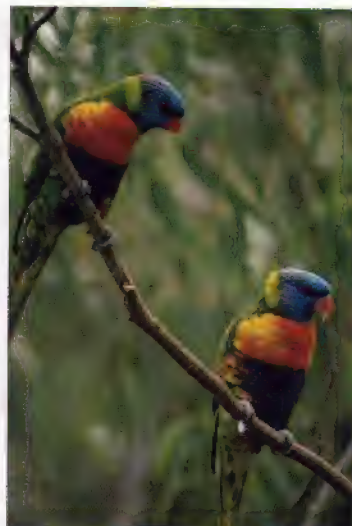
بولينيزيا الفرنسية: الشعب المرجانية.



بولينيزيا الفرنسية: مشهد لجزيرة هاو.



غينيا الجديدة: مشهد لشلال.



استراليا: طيور في الاحراج.



غينيا الجديدة: أحد رجال القبائل.



جزر كوك: شعب مرجانية في جزيرة راروتونجا.



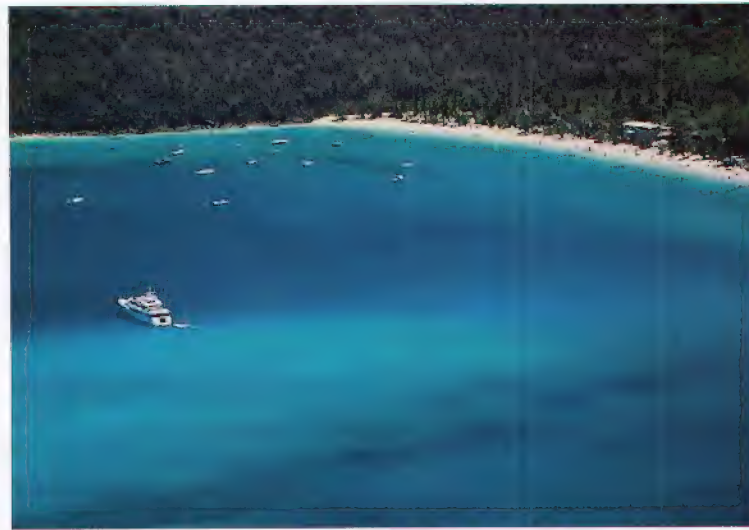
جزر كوك: الشاطئ في جزيرة راروتونجا.



نيوزيلاندا: الرياح تجتاح شاطئ مضيق كوك قرب مدينة ويلينجتون.



نيوزيلاندا: الاشجار في وايتانجي.



جزر مركيز: مشهد لشاطئ من الجزر.



جزيرة تاهيتي: مشهد من الجزيرة.

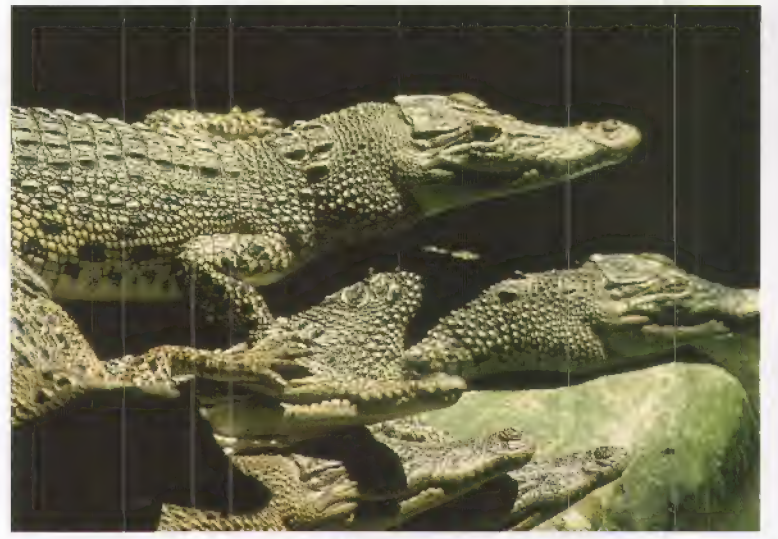
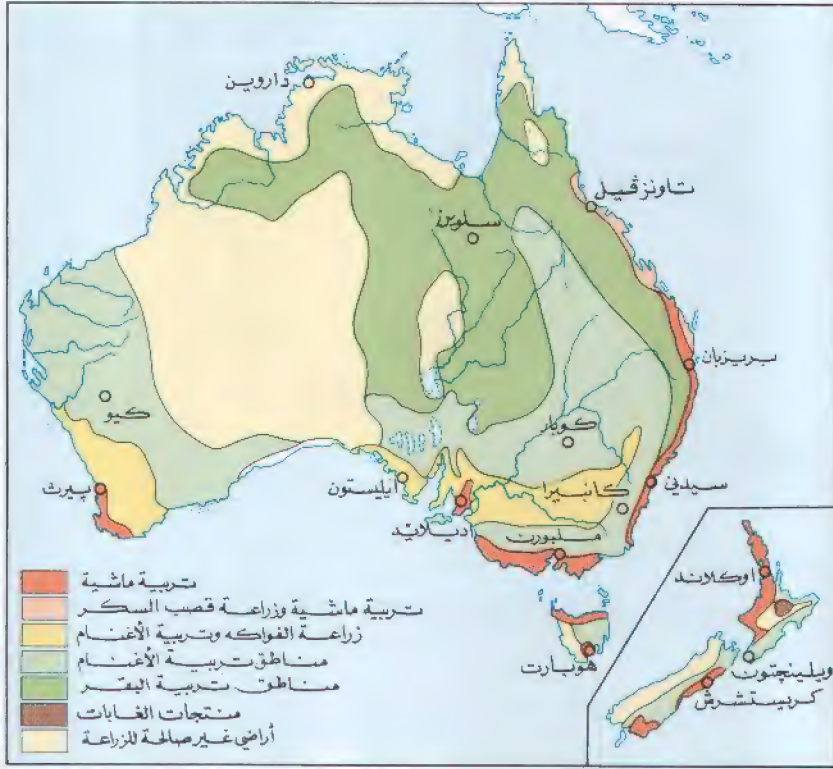


جزر فيجي: احدى الأصداف الاستوائية على الشاطئ.



جزر هاواي: شاطئ واكيكي في جزيرة واو.

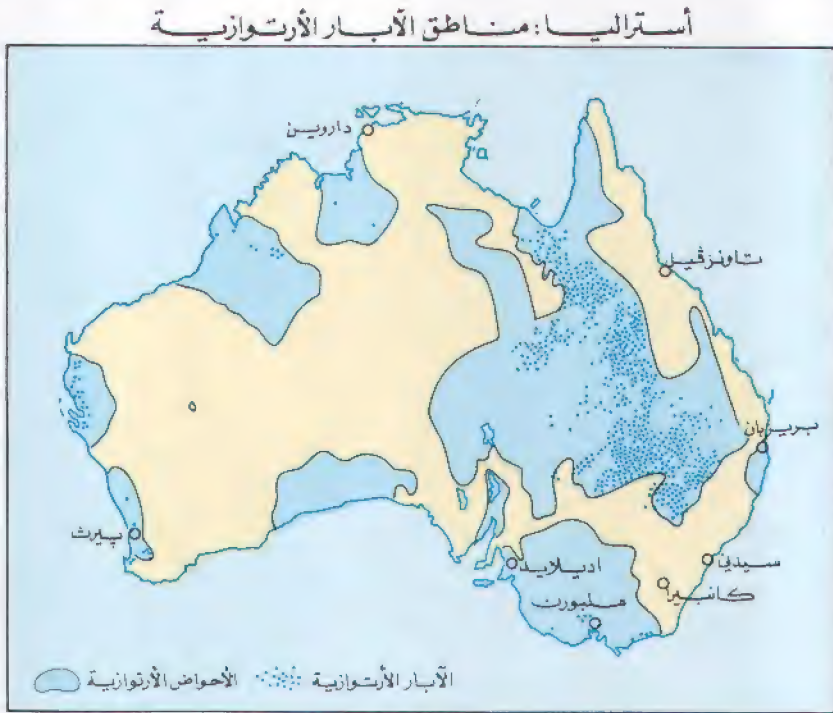
استراليا ونيوزيلاندا: الزراعة



اتحاد ماليزيا: التماسيح على شاطئ في ساراواك.



نيوزيلاندا: قطع غزلان.



بورنيو: مشهد للشاطئ.



هاواي: سباق اليخوت في هونولولو.



اندونيسيا: منحدر بركاني.



أستراليا: حيوان الكوالا

صورة لبعض الشعب المرجانية في الحاجز المرجاني الكبير





نيوزيلاندا: تجمع حيوان الفقمة قرب مدينة ويلينجتون.



نيوزيلاندا: خليج دوفوشل في الجزيرة الجنوبية.



نيوزيلاندا: بحيرة تاراويرا.



نيوزيلاندا: قمة جبل ماتا.



نيوزيلاندا: نهر في مدينة كويستاون.



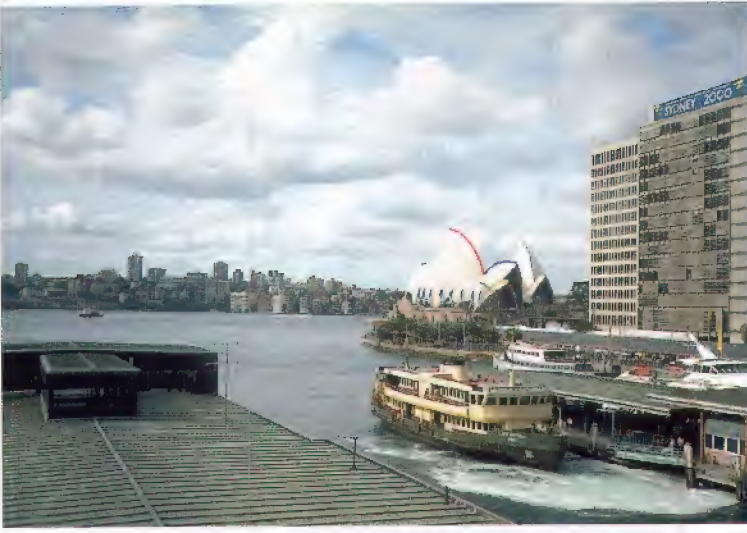
نيوزيلاندا: خليج ملفورد ساوند.



نيوزيلاندا: رأس كيدنايرز.



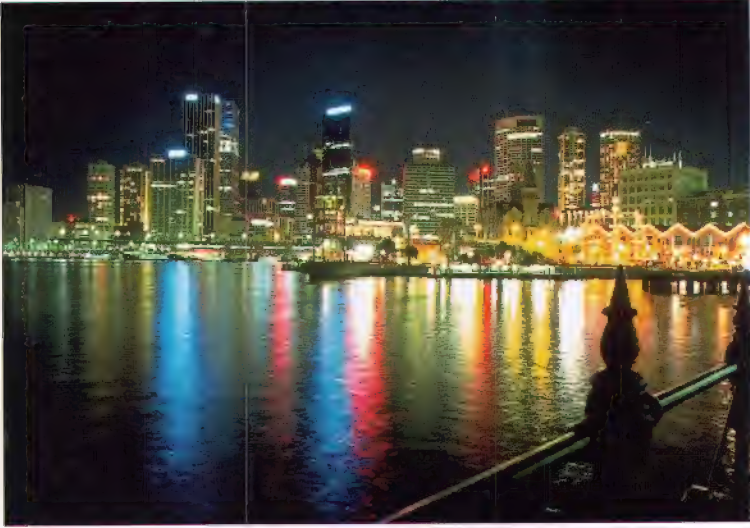
نيوزيلاندا: شاطئ بجانب رأس كيدنايرز.



استراليا: الحركة في مرفأ سيدني .



استراليا: مركز المعارض في مدينة سيدني .



استراليا: مشهد لمدينة سيدني في الليل .



استراليا: جبل بافالو في ولاية فيكتوريا .



استراليا: زوينة فوق جبال مغطاة بالثلج .



استراليا: مشهد لمناجم الفحم .

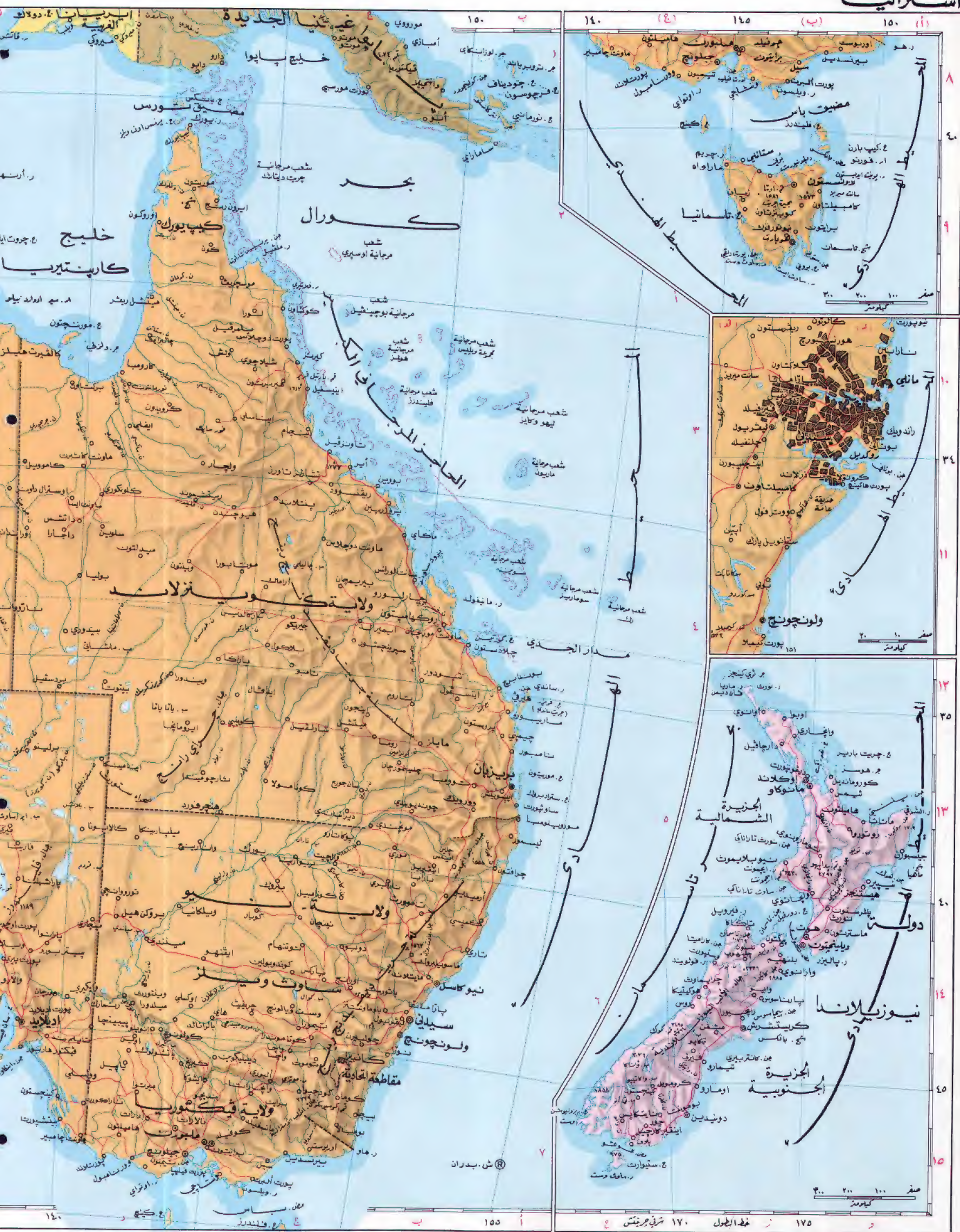


استراليا: زراعة الكرمة .



استراليا: الشاطئ في ولاية فيكتوريا .

استرالیا



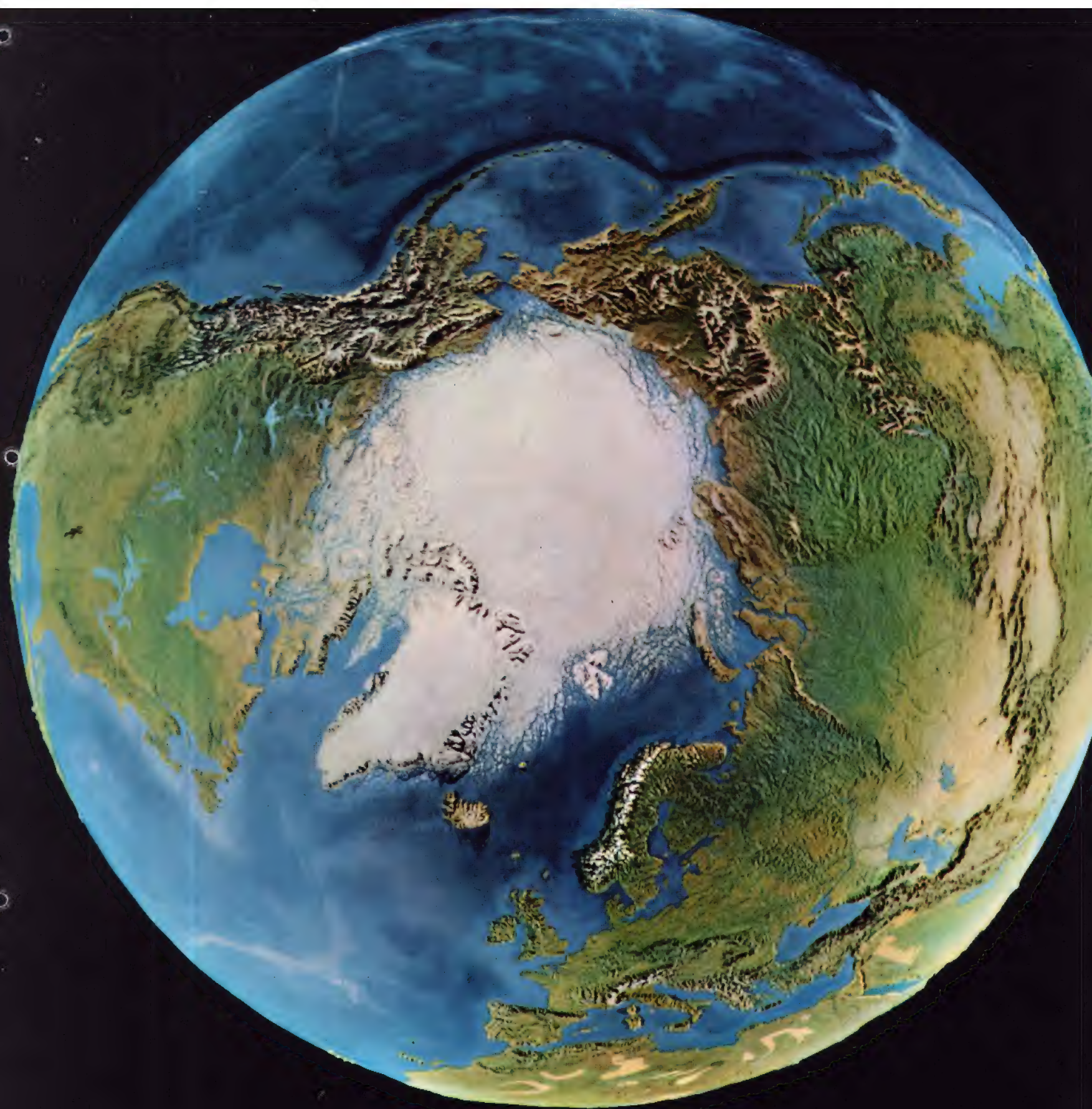


المناطق القطبية

الجبال الثلجية في المحيط المتجمد الشمالي



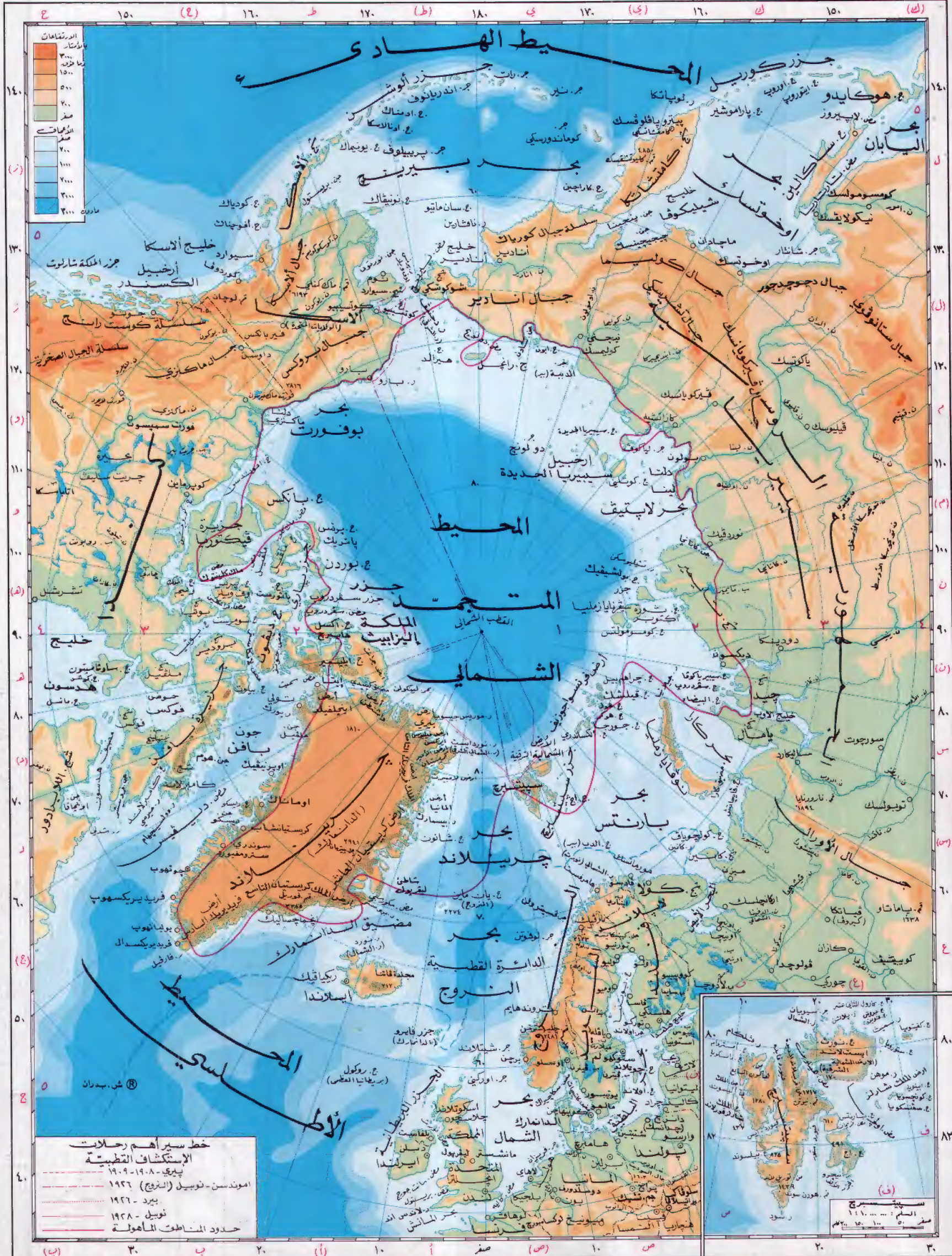


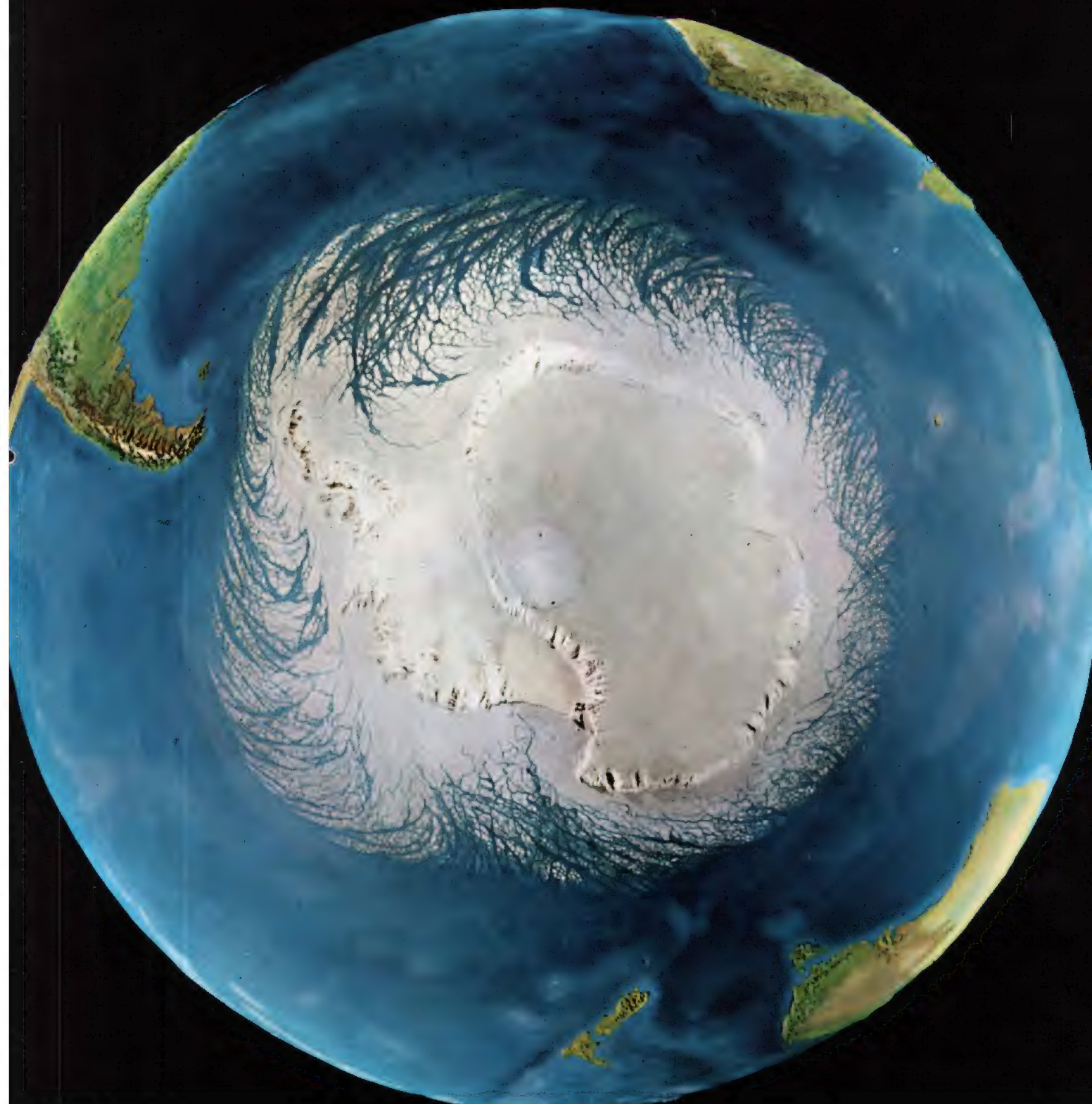


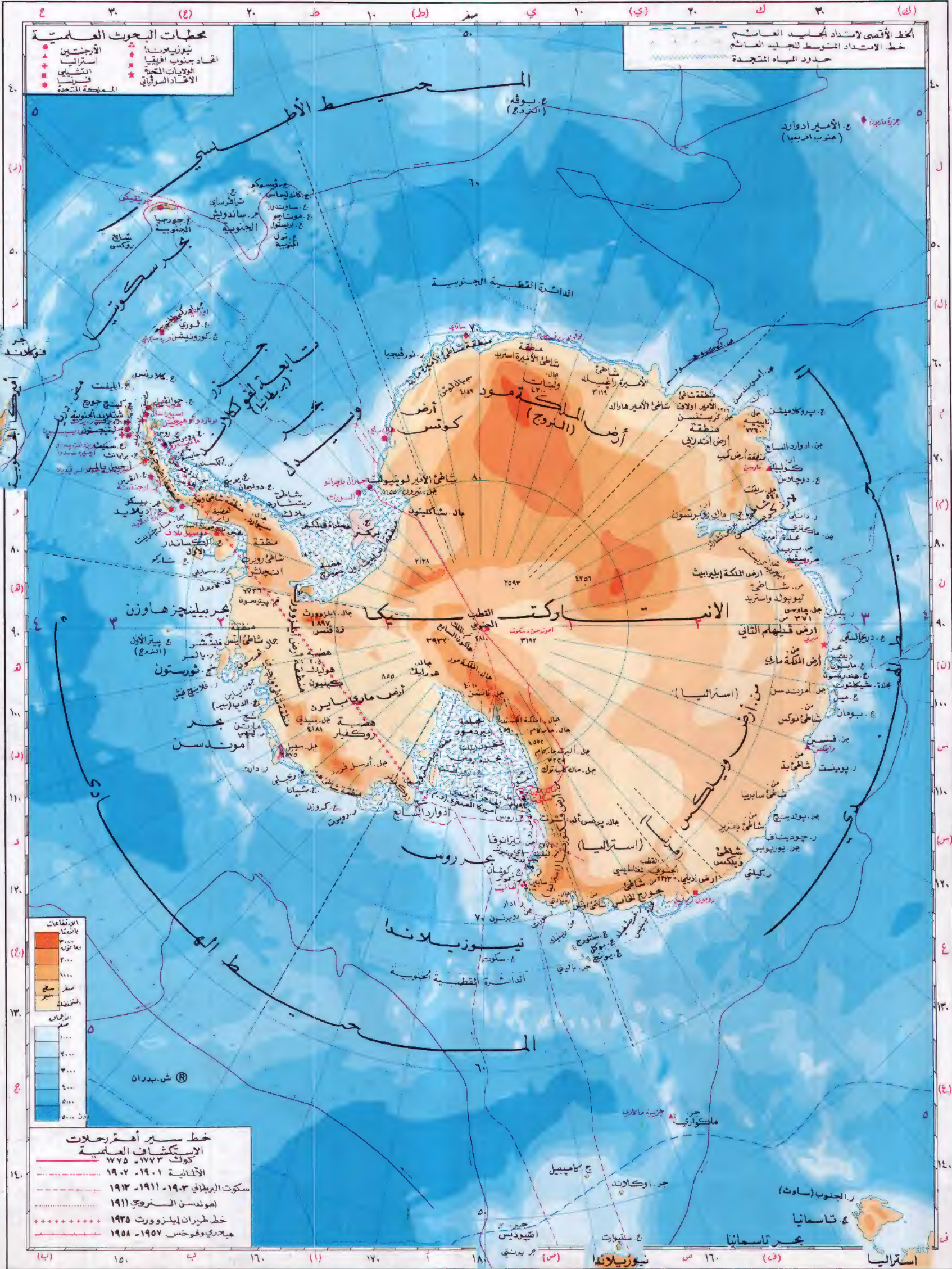
صورة للكرة الأرضية من الفضاء ثلاثية الأبعاد.

قارة القطب الشمالي (أركتيكا)

ملاحظة: لا وجود لقارة في منطقة القطب الشمالي؛ الجليد الدائم الموجود في القطب الشمالي هو في معظمه طبقة من مياه البحر المتجمدة التي تغطي المحيط.







قارة القطب الجنوبي (أنتاركتيكا)

على الأقل في المنطقة، أعلاهما جبل إفرست (٣٧٩٤ متراً). تُصنّف الأتربة القطبية الجنوبية كأتربة صحراوية قطبية جافة، ويقتصر وجودها على الوديان أو الواحات الخالية من الجليد، وعلى أجزاء من شمال شبه الجزيرة القطبية الجنوبية.

الموارد المائية

تتحرك طبقة الجليد التي تغطي أنتاركتيكا بصورة مستمرة. تصرف أنهار جليدية كبيرة الجليد المتشكل في داخلية القارة، وتنبعث أرسفة الجليد. تصرف الوديان الساحلية الجليد من بعض أجزاء البر الرئيسي إلى البحر. وتتكبد جبال جليد كبيرة مستوية السطح مع انفصال حافات أرسفة الجليد والمجلدات في البحر. وفي الجليد أيضاً مساحات شاسعة من البحر على شكل أرسفة جليدية طافية دائمة؛ ويبلغ حجم أكبر هذه التكوينات، رصيف روس الجليدي، حجم ولاية تكساس الأميركية.

سمحت عزلة أنتاركتيكا عن بقية العالم بحمايتها من التأثير الصناعي الشائع في القارات الأخرى، ما يجعل الثلج والجليد فيها أنقى من أي مكان آخر في العالم. يستعمل معظم مراكز البحث العلمي مذوّبات ثلج لتسخين الجليد وتحويله إلى ماء لتأمين حاجات المركز.

المناخ

أنتاركتيكا هي أبرد قارة على الإطلاق. في ٢١ تموز ١٩٨٣، سجل العلماء في مركز فوستوك أدنى درجة حرارة مسجلة على الأرض، وقد بلغت ٨٩,٢ مئوية تحت الصفر. وتضرب القارة أيضاً رياح قوية؛ وقد سُجل في داخلية القارة هبوب رياح بسرعة ٣٢٠ كيلومتراً بالساعة. تسير هذه الرياح نزولاً فوق المنحدرات من الداخل باتجاه الساحل وتولد، مع درجات الحرارة المنخفضة، ظروفاً مناخية قاسية وخطرة.

يمكن تمييز ثلاث مناطق مناخية أساسية في أنتاركتيكا. تتصف داخلية القارة ببرودة متطرفة وسقوط الثلج بشكل خفيف؛ وتتسم المناطق الساحلية بدرجات حرارة أطف إلى حد ما وكميات أكبر بكثير من الهطول؛ وتتميز شبه الجزيرة القطبية الجنوبية بمناخ أكثر دفئاً ورطوبة، مع ارتفاع درجات الحرارة في الكثير من الأحوال فوق نقطة التجمّد.

يمكن تصنيف قارة القطب الجنوبي كصحراء حقيقية؛ في الداخل، لا يتجاوز المعدل السنوي لسقوط الهطول ٥٠ ملمتراً تقريباً. لكن، غالباً ما تحدث عواصف ثلجية عنيفة عندما تحمل الرياح الثلج المتساقط على الأرض وتنقله من مكان إلى آخر. تتلقى المناطق الساحلية كميات أكبر من الهطول تتجاوز ٢٠٠ ملمتر ماء في السنة. تسقط في هذه المناطق كميات كبيرة من الثلج، عندما تلتقط العواصف الزوبعية الرطوبة من البحار المحيطة؛ تتجمّد هذه الرطوبة، ثم تلقى على شكل ثلج فوق المناطق الساحلية. على طول شبه الجزيرة القطبية الجنوبية، ولا سيما الطرف الشمالي منها، يسقط المطر والثلج على حدّ سواء.

يشهد داخل القارة ضوءاً دائماً خلال صيف نصف الكرة الجنوبي، وظلاماً دائماً خلال شتاء نصف الكرة الجنوبي. في المناطق الساحلية الواقعة أبعد إلى الشمال، تشع الشمس بشكل متواصل طوال فترات طويلة، لكن شروق الشمس وغروبها يحدثان في معظم ما يتبقى من السنة.

الغطاء النباتي

يقتصر وجود النباتات القليلة التي تستطيع العيش في أنتاركتيكا على المناطق المحدودة الخالية من الجليد. لا تضم القارة أي نوع من الأشجار، وتنحصر نباتاتها في حوالي ٣٥٠ نوعاً فقط، يتألف معظمها من الخزاز والأشنّة والطحالب. تنمو مساحات خضراء غنية من هذه النباتات في أجزاء من شبه الجزيرة القطبية الجنوبية، وقد اكتشفت أنواع من الخزاز في جبال نائية على مسافة ٤٧٥ كيلومتراً من القطب الجنوبي. وتعيش أيضاً في شبه الجزيرة القطبية الجنوبية ثلاثة أنواع من النباتات المزهرة.

الحياة الحيوانية

لا تسكن أنتاركتيكا أي حيوانات فقارية تعتمد في معيشتها على موارد اليابسة. ويعيش في شبه الجزيرة القطبية الجنوبية عدد من اللاقاريات، خصوصاً العتّ والقُرادات، التي تستطيع تحمّل درجات الحرارة المنخفضة، لكنها تبقى نادرة. من جهة أخرى، يزخر المحيط حول القارة بالكائنات الحية. تقتات أعداد كبيرة من الحيتان بالكائنات البحرية الوفيرة، خصوصاً بالكريل. تعيش وتتوالد في أنتاركتيكا ٦ أنواع من الفقمات (منها أكلة السرطان وفيل البحر وفهد البحر) و١٢ نوعاً من الطيور. أبرز «سكان» قارة القطب الجنوبي هو البطريق. والبطريق طائر غير قادر على الطيران، يعيش على الجليد المتكسر الطافي في البحر وفي المياه المحيطة بقارة القطب الجنوبي، ويتوالد على اليابسة أو على السطوح الجليدية على طول الساحل. ونذكر من أنواعه بطريق أدلي والامبراطور.

الموارد المعدنية

يُعتقد أنّ أنتاركتيكا تحتوي على كميات كبيرة من الموارد المعدنية القيمة. وقد وُجد الفحم بكميات تسمح بالإستثمار التجاري، ولكن لم تُكتشف إلى الآن أيّ معادن أخرى بكميات يمكن استثمارها. ويُعتقد أنّ كميات كبيرة من النفط والغاز الطبيعي تقع في رصيف أنتاركتيكا القاري.

أنتاركتيكا هي خامس أكبر قارة بين قارات العالم السبع، وتقع بكاملها تقريباً جنوب خط العرض ٦٦° ٣٠' جنوباً (دائرة القطب الجنوبي) وتحيط بالقطب الجنوبي. لأنتاركتيكا شكل دائري عموماً مع ذراع طويلة - شبه الجزيرة القطبية الجنوبية - تمتد باتجاه أميركا الجنوبية، وتجويفين كبيرين هما بحرا روس وويدل وأرصفتهما الجليدية. تبلغ مساحة القارة الإجمالية حوالي ١٤,٢ مليون كيلومتر مربع في فصل الصيف. في فصل الشتاء، يتضاعف حجم القارة بسبب الكمية الكبيرة من الجليد البحري الذي يتكوّن حول محيطها. لا تتمثل الحدود الحقيقية لقارة القطب الجنوبي في الخط الساحلي للقارة، بل في «نقطة الانقفاء القطبية الجنوبية»، وهي منطقة محدّدة بدقة تقع في الطرف الجنوبي للمحيط الأطلسي والهندي والهاديء بين خط العرض ٤٨° جنوباً وخط العرض ٦٠° جنوباً. عند هذه النقطة، تخرج المياه الباردة التي تتحرك من أنتاركتيكا باتجاه الشمال والمياه الدافئة التي تتحرك باتجاه الجنوب. تعيّن نقطة الانقفاء القطبية الجنوبية اختلافاً فيزيائياً واضحاً في المحيطات. لهذه الأسباب، تُعتبر المياه المحيطة بقارة القطب الجنوبي محيطاً بحدّ نفسه، غالباً ما يُعرف بالمحيط المتجمّد الجنوبي.

ليس لأنتاركتيكا سكان أصليون، بل يتكوّن سكانها من العلماء والعاملين المساعدين الذين لا يبقون عادة أكثر من سنة واحدة متواصلة. إنّ أول شخص وُلد في أنتاركتيكا هو اميليو بالم، ابن قائد اسيرانزا الأرجنتينية، وذلك في ١٩٧٨/١/٧.

يغطي الجليد أكثر من ٩٥٪ من أنتاركتيكا، التي تحتوي على حوالي ٧٠٪ من المياه العذبة في العالم. نظراً لهذا الغطاء الجليدي السميك، أصبحت أنتاركتيكا أكثر القارات ارتفاعاً، إذ يبلغ معدّل ارتفاعها حوالي ٢٣٠٠ متر. أعلى نقطة على القارة هو قمة فنسن (٤٨٩٧ متراً)؛ ويبدو أنّ أدنى نقطة هي خندق بنيلي التّخَمّجلدي (٢٤٩٩ متراً تحت مستوى سطح البحر) في أنتاركتيكا الغربية. يمتدّ هذا الخندق تحت أكثر من ٣٠٠٠ متر من الجليد والثلج. قد يكون هناك نقاط أكثر انخفاضاً تحت الجليد، لكنها لم تُكتشف بعد.

طالبت سبع دول - الأرجنتين وأستراليا والتشيلي وفرنسا وبريطانيا العظمى ونيوزيلاندا والنرويج - بحقّ ضمّ أجزاء من قارة القطب الجنوبي. لكن، منذ عقد معاهدة قارة القطب الجنوبي في العام ١٩٦١، تخلّت هذه الدول عن مطالبتها لمصلحة التعاون الدولي في البحث العلمي.

البيئة الطبيعية

تعيش أنتاركتيكا اليوم في عصر جليدي يجعل التنمية الاقتصادية للأرض المغطاة بالجليد أمراً بعيد الاحتمال. من الممكن استغلال الموارد على الرصيف القاري، ولكن ليس قبل سنوات عدّة. تتناول التنمية الاقتصادية اليوم الحياة البحرية في المياه المحيطة بقارة القطب الجنوبي. وتشمل الحياة البحرية الحيتان وحيواناً صغيراً شبيهاً بالقريدس يُعرف بالكريل.

التاريخ الجيولوجي

كانت أنتاركتيكا جزءاً مركزياً من القارة الكبيرة القديمة جوندوانالاند. ومع تكسر جوندوانالاند في أواخر الدهر الوسيط وأوائل الدهر الحديث (منذ حوالي ١٠٠ مليون سنة) لتكوين قارات نصف الكرة الجنوبي، زاحت أنتاركتيكا بعيداً عن المنطقة المدارية إلى موقعها القطبي الحالي.

المناطق الفيزيوجرافية

تتألف أنتاركتيكا من منطقتين جيولوجيتين رئيسيتين. تقع أكبر هاتين المنطقتين، أنتاركتيكا الشرقية في نصف الكرة الشرقي في القسم الأكبر منها. وتتألف هذه المنطقة على الأرجح من ترس قيكمبري مغطى بالآلاف الأمتار من الجليد. وقد امتدّ العصر القيكمبري بين ٤ مليارات و٥٧٠ مليون سنة خلت. تقع أنتاركتيكا الغربية في معظمها ضمن نصف الكرة الغربي، ويبدو أنها تكتمل لسلسلة جبال الأند في أميركا الجنوبية؛ ويعتقد الجلاديون^(١) والجيولوجيون أنّ أنتاركتيكا الغربية قد تصبح أرخبيلاً إذا ما أزيلت طبقة الجليد التي تغطيها. تفصل الجبال الممتدة عبر قارة القطب الجنوبي بين هاتين المنطقتين، مع وجود أجزاء منها تحت الغطاء الجليدي. ونجد ضمن هذه الجبال الكثير من الطبقات الفحمية والبقايا المستحقة التي تكوّنت في المناخ الاستوائي الذي كان سائداً في أنتاركتيكا.

في أنتاركتيكا الشرقية، تغطي عموماً طبقات رسوبية أو بركانية الترس القيكمبري المستقر جيولوجياً. لا تُعرف البنية الجيولوجية لأنتاركتيكا الغربية بشكل جيّد، لكننا نجد بركانين ناشطين

(١) الجلاديون: علماء طبقات الجليد.

[illegible][illegible]

القطب الجنوبي: الحيتان الضخمة







فهرس أسماء الدول العربية

[illegible]

[illegible]

تجلهريسي ٩ ل.٥

تحت ادارة كينيا ١٤.١

٥-٤

تحويطة الغدير ٥.٥ ١

تخاديد -بئر- ٨.٥-٩

تخت أنان -جل- ١٣.١ ج ٤

تخت السلیمان -جل- ١٣.١ ج ٢

تخت جشييد ٢.٥ ٥

تخخ -من- ٩.٥ ج ٤

تخلیس -بئر- ١٠.٥ ج ٥

تدمر (بالمیرا) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (بالمر) ٥.٢ ٥

تدهار ١٠.٣ ج ٨

تذکار -ج- ٥.٥ ٧

تراویل -جل- ١٠.١ ج ٢

تدیر (

[illegible]

[illegible]

فهرس أسماء الدول الأجنبية

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

یبلجوری ۴۰ ج ۳	بیمیریکه ۲۲ ج ۳	بهار من- ۹ ک ۷	تایرا ۲۰ ج ۲	تاروم ۵۸ ج ۵	تالامون ۲۸ ج ۳	تاغا ۲۳ ج ۴	تاتیوا شج- ۵۶ ج ۶	تراون- ۳۹ ج ۴
یبلجوری ۲۶ ج ۵	بیمیل ۲۲ ج ۳	بیاسلکا ب- ۴۳ ج ۳	تایلکوزا ۲۰ ج ۴	تاروم من- ۹ (ر) ۱۳	تالاهاسی ۴۹ ج ۶	تاغاجو ج- ۵۵ ج ۶	تاتیوا ر- ۵۶ ج ۶	ترابی ۳۴ ج ۵
یبلجوری دستورفسکی ۱۴۲	بیمنتا ۵۵ ج ۲	بیهاریکی ۳۸ ج ۴	تایسک ۵۴ ج ۸	تاری ۵۸ ج ۶	تالیرت ر- ۳۱ ج ۲	تاغافور ۱۳ ج ۶	تاتیوا ۱۷ ج ۲	ترابی خ- ۳۴ ج ۵
یبلجوم ۱۳ ج ۵	بیمن ۱۷ ج ۵	بیتهجلیلو ۲۴ ج ۷	تایه شان جل- ۱۴ ج ۵	تاری های ب- ۱۴ ج ۲	تالوت ر- ۵۸ ج ۲	تاتیشو ۱۴ ج ۶	تاتیشو ۱۴ ج ۶	ترت مام ۱۲ ج ۵
یلسا ۱۳ ج ۵	بین ب- ۴۷ ج ۴	بیهاو ۵۶ ج ۴	تاتا ۱۲ ج ۷	تاریایس ۳۷ ج ۶	تالال ۵۳ ج ۶	تاتیویو ۱۶ ج ۳	تاتیویو ۱۶ ج ۳	تره ۲۱ ج ۵
یلسر جل- ۱۶ ج ۷	بین دین ۱۶ ج ۴	بیور جل- ۴۱ ج ۵	تاراسک ۲۰ ج ۴	تاریما ۵۵ ج ۵	تالیدی کورجان ۵۵ ج ۵	تاتیر ۱۷ ج ۳	تاتیر ۱۷ ج ۳	تروپلی ۲۴ ج ۵
یلسک ۴۰ ج ۲	بین کریک ۵۸ ج ۲	بیو ۲۲ ج ۳	تاتاریا حق- ۴۳ ج ۴	تاریفا ۳۰ ج ۵	تالسی ۴۳ ج ۶	تاتیویو ۵۵ ج ۵	تاتیویو ۵۵ ج ۵	تروپلی ۲۴ ج ۵
یلسکو ییلا ۴۰ ج ۲	بین مور قم- ۳۳ ج ۲	بیو ۱۷ ج ۴	تاتاکوتو ج- ۵۵ ج ۶	تاریفا ر- ۲۹ ج ۵	تالشیر ۱۳ ج ۴	تاتیوا ۴۳ ج ۴	تاتیوا ۴۳ ج ۴	ترسک ش- ۵۳ ج ۱
یلسوند ج- ۵۹ ج ۵	بین هوب جل- ۳۳ ج ۲	بیو ۲۳ ج ۲	تاتار العلیا جل- ۴۱ ر- ۳	تاریج من- ۱۴ ج ۲	تاللیک ۳۸ ج ۱	تاتیوا ۱۴ ج ۳	تاتیوا ۱۴ ج ۳	ترسکینج ج- ۳۵ ج ۲
یلفو جل- ۳۱ ج ۴	بیانیلی ۲۸ ج ۴	یوا ب- ۱۵ ج ۴	تاترات بئر- ۲۰ ج ۴	تارین من- ۳۱ ج ۵	تالکا ۴۵ ج ۵	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترسو اوری قم- ۲۰ ج ۵
یلغوبیو ۲۱ ج ۴	بیانلیلی ۲۳ ج ۴	یلغوبیو ۲۱ ج ۴	تاتام ۴۷ ج ۱	تارییر من- ۲۰ ج ۵	تالکوهانو ۵۶ ج ۴	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترسو اوری قم- ۲۰ ج ۵
یلغلی ۴۷ ج ۷	بیادیق حق- ۱۸ ج ۵	یوتر کوف ۴۰ ج ۳	تاتون ۱۶ ج ۳	تاز من- ۴۳ ج ۳	تالود جر- ۱۷ ج ۴	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترقی ۴۲ ج ۱
یلکانیو ۵۶ ج ۵	بیادیق حق- ۲۱ ج ۷	یوجراد ۴۲ ج ۶	تاتوغ ۱۴ ج ۳	تاز ۲۰ ج ۳	تالورزا بئر- ۲۰ ج ۶	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترسک جر- ۵۱ ج ۲
یلکومایو من- ۵۶ ج ۱	بیاد دیل ریر ۵۱ ج ۲	یورا ۵۵ ج ۵	تاتوغ من- ۱۴ ج ۳	تازویو ر- ۵۵ ج ۴	تالوک ۱۷ ج ۵	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان من- ۹ ج ۵
یلک ۳۸ ج ۳	بیاس من- ۲۹ ج ۲	یوراک ۳۷ ج ۳	تاتینو ۲۳ ج ۱	تازوفسکی ۴۴ ج ۳	تالی ۱۴ ج ۴	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان الشرقیه من- ۵ ج ۵
یلک ۳۰ ج ۳	بیاس دی اوروپا قم- ۲۹ ج ۲	یوراک ۳۷ ج ۳	تاتینیا ۱۰ ج ۱۳	تازینات ۳۰ ج ۳	تالی ۱۴ ج ۴	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ک- ۵ ج ۵
یلما ۲۰ ج ۶	بیافته ۲۰ ج ۲	یوراک ۳۷ ج ۳	تاجانیا قم- ۴۴ ج ۷	تاس یموش ۴۳ ج ۲	تالیو ج- ۱۷ ج ۵	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان الغربیه من- ۲ ج ۵
یلمونت من- ۲۴ ج ۵	بیافیل ۳۰ ج ۳	یوراک ۳۷ ج ۳	تاجانت من- ۲۰ ج ۶	تاسمان بر- ۵۷ ج ۷	تالیس ۴۴ ج ۶	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ج- ۳ ج ۴
یلمونت ۳۰ ج ۵	بیانکی ج- ۵۷ ج ۶	یوراک ۳۷ ج ۳	تاجانوج ۴۴ ج ۲	تاسمان جل- ۵۸ ج ۱۴	تالیو ۱۷ ج ۶	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکوس ۴۲ ج ۷
یلمونت ۵۵ ج ۵	بیانماکور ۳۳ ج ۳	یوراک ۳۷ ج ۳	تاجیلاران ۱۷ ج ۳	تاسمان جن- ۵۸ ج ۱۴	تالیو ۱۷ ج ۶	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکوس ۴۲ ج ۷
یلمونت ۵۵ ج ۵	بیانغ (جور تاون) جل- ۱۶ ج ۵	یوراک ۳۷ ج ۳	تاجیکلور ۵۵ ج ۹	تاسمان شج- ۵۸ ج ۹	تالیو ۱۷ ج ۶	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکوس ۴۲ ج ۷
یلنجر ۴۹ ج ۳	بیاندوجو جن- ۹ (ر) ۱۳	یوراک ۳۷ ج ۳	تاجوجالت بئر- ۲۰ ج ۵	تاسمانیا ج- ۶ ج ۲	تالین ۴۳ ج ۴	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلنجهام ۴۹ ج ۳	بیاننا ج- ۵۵ (ک)	یوراک ۳۷ ج ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلنجریه ۳۴ ج ۵	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور خ- ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلنجر ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلمون ۴۹ ج ۳	بیاننا جل- ۱۷ ج ۴	یوراک ۳	تاجور ۲۱ ج ۵	تاسمانیا ج- ۵۸ ج ۹	تالین (ریفال) ۳۸ ج ۷	تاتیو ۱۶ ج ۳	تاتیو ۱۶ ج ۳	ترکستان ۱۰ ج ۱
یلم								

[illegible]

٦	١٠	١٤	١٨	٢٢	٢٦	٣٠	٣٤	٣٨	٤٢	٤٦	٥٠	٥٤	٥٨	٦٢	٦٦	٧٠	٧٤	٧٨	٨٢	٨٦	٩٠	٩٤	٩٨	١٠٢	١٠٦	١١٠	١١٤	١١٨	١٢٢	١٢٦	١٣٠	١٣٤	١٣٨	١٤٢	١٤٦	١٥٠	١٥٤	١٥٨	١٦٢	١٦٦	١٧٠	١٧٤	١٧٨	١٨٢	١٨٦	١٩٠	١٩٤	١٩٨	٢٠٢	٢٠٦	٢١٠	٢١٤	٢١٨	٢٢٢	٢٢٦	٢٣٠	٢٣٤	٢٣٨	٢٤٢	٢٤٦	٢٥٠	٢٥٤	٢٥٨	٢٦٢	٢٦٦	٢٧٠	٢٧٤	٢٧٨	٢٨٢	٢٨٦	٢٩٠	٢٩٤	٢٩٨	٣٠٢	٣٠٦	٣١٠	٣١٤	٣١٨	٣٢٢	٣٢٦	٣٣٠	٣٣٤	٣٣٨	٣٤٢	٣٤٦	٣٥٠	٣٥٤	٣٥٨	٣٦٢	٣٦٦	٣٧٠	٣٧٤	٣٧٨	٣٨٢	٣٨٦	٣٩٠	٣٩٤	٣٩٨	٤٠٢	٤٠٦	٤١٠	٤١٤	٤١٨	٤٢٢	٤٢٦	٤٣٠	٤٣٤	٤٣٨	٤٤٢	٤٤٦	٤٥٠	٤٥٤	٤٥٨	٤٦٢	٤٦٦	٤٧٠	٤٧٤	٤٧٨	٤٨٢	٤٨٦	٤٩٠	٤٩٤	٤٩٨	٥٠٢	٥٠٦	٥١٠	٥١٤	٥١٨	٥٢٢	٥٢٦	٥٣٠	٥٣٤	٥٣٨	٥٤٢	٥٤٦	٥٥٠	٥٥٤	٥٥٨	٥٦٢	٥٦٦	٥٧٠	٥٧٤	٥٧٨	٥٨٢	٥٨٦	٥٩٠	٥٩٤	٥٩٨	٦٠٢	٦٠٦	٦١٠	٦١٤	٦١٨	٦٢٢	٦٢٦	٦٣٠	٦٣٤	٦٣٨	٦٤٢	٦٤٦	٦٥٠	٦٥٤	٦٥٨	٦٦٢	٦٦٦	٦٧٠	٦٧٤	٦٧٨	٦٨٢	٦٨٦	٦٩٠	٦٩٤	٦٩٨	٧٠٢	٧٠٦	٧١٠	٧١٤	٧١٨	٧٢٢	٧٢٦	٧٣٠	٧٣٤	٧٣٨	٧٤٢	٧٤٦	٧٥٠	٧٥٤	٧٥٨	٧٦٢	٧٦٦	٧٧٠	٧٧٤	٧٧٨	٧٨٢	٧٨٦	٧٩٠	٧٩٤	٧٩٨	٨٠٢	٨٠٦	٨١٠	٨١٤	٨١٨	٨٢٢	٨٢٦	٨٣٠	٨٣٤	٨٣٨	٨٤٢	٨٤٦	٨٥٠	٨٥٤	٨٥٨	٨٦٢	٨٦٦	٨٧٠	٨٧٤	٨٧٨	٨٨٢	٨٨٦	٨٩٠	٨٩٤	٨٩٨	٩٠٢	٩٠٦	٩١٠	٩١٤	٩١٨	٩٢٢	٩٢٦	٩٣٠	٩٣٤	٩٣٨	٩٤٢	٩٤٦	٩٥٠	٩٥٤	٩٥٨	٩٦٢	٩٦٦	٩٧٠	٩٧٤	٩٧٨	٩٨٢	٩٨٦	٩٩٠	٩٩٤	٩٩٨	١٠٠٢	١٠٠٦	١٠١٠	١٠١٤	١٠١٨	١٠٢٢	١٠٢٦	١٠٣٠	١٠٣٤	١٠٣٨	١٠٤٢	١٠٤٦	١٠٥٠	١٠٥٤	١٠٥٨	١٠٦٢	١٠٦٦	١٠٧٠	١٠٧٤	١٠٧٨	١٠٨٢	١٠٨٦	١٠٩٠	١٠٩٤	١٠٩٨	١١٠٢	١١٠٦	١١١٠	١١١٤	١١١٨	١١٢٢	١١٢٦	١١٣٠	١١٣٤	١١٣٨	١١٤٢	١١٤٦	١١٥٠	١١٥٤	١١٥٨	١١٦٢	١١٦٦	١١٧٠	١١٧٤	١١٧٨	١١٨٢	١١٨٦	١١٩٠	١١٩٤	١١٩٨	١٢٠٢	١٢٠٦	١٢١٠	١٢١٤	١٢١٨	١٢٢٢	١٢٢٦	١٢٣٠	١٢٣٤	١٢٣٨	١٢٤٢	١٢٤٦	١٢٥٠	١٢٥٤	١٢٥٨	١٢٦٢	١٢٦٦	١٢٧٠	١٢٧٤	١٢٧٨	١٢٨٢	١٢٨٦	١٢٩٠	١٢٩٤	١٢٩٨	١٣٠٢	١٣٠٦	١٣١٠	١٣١٤	١٣١٨	١٣٢٢	١٣٢٦	١٣٣٠	١٣٣٤	١٣٣٨	١٣٤٢	١٣٤٦	١٣٥٠	١٣٥٤	١٣٥٨	١٣٦٢	١٣٦٦	١٣٧٠	١٣٧٤	١٣٧٨	١٣٨٢	١٣٨٦	١٣٩٠	١٣٩٤	١٣٩٨	١٤٠٢	١٤٠٦	١٤١٠	١٤١٤	١٤١٨	١٤٢
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----

[illegible]

[illegible]

[illegible]

فائير ٠٤٣ هـ ٢٠٠ ج ٢	عين القطاره -بئر- ٢٠ ج ٤	طوروس الأرمية -هـ- ٢٥ هـ ٨ ز	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥	شيوکرا ١٠ ١٥
----------------------	--------------------------	------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

شرح علمي للمصطلحات الجغرافية

فج: الطريق الواسع الواضح بين جبلين، أو الممر، وادي - عربي
 فرع: ذراع في البحر، لسان في البحر - عربي
 فوم: ممر، وادي - عربي
 فيود: مجرى ماء بين جبلين - اسكندنافي

قارة، قارات، قارت: تل، جبل، قمة، جبل قليل
الارتفاع - عربي
قاط: مرقاة - عربي
قاف: جبل، تلة، قمة - عربي
قالب: بئر، بركة من مياه الأمطار
قاله: بلدة محصنة - فارسي
قرعة: قاة - عربي
قرن: تلة جبل، قمة - عربي
قصبه: حصن - عربي
قلبان: بئر - عربي
قلت: بئر - عربي
قناطر: سد - عربي
قوز: تلة رمالية، كتيب - عربي

کاذا: قضاء - ترکی
 کافیر: مستنقع مالح - فارسی
 کال: مجری ماء - فارسی
 کر میزی: احمر - ترکی
 کف: جبل، تله، قمه - عربی
 کوپرو: جسر - ترکی
 کورفیز: خلیج - ترکی
 کوہ: جبل، تله، مرتفع، قمه -
 کوی: خلیج - ترکی
 کیزل: احمر - ترکی
 کیل: حصن - ترکی

لوا: وحدة إدارية - غربي

معجاز: بحر - عربي
 مرج: الارض الواسعة فيها نبت كثير - عربي
 مرسى: محل رسو السفن - عربي
 مرقب: تلة، كتيب - عربي
 مشاش: بئر - عربي
 مصرف: قناة تصريف المياه من ارض رطبة - عربي
 معتن: بئر، أبار - عربي
 ملاحه، ملحاح: مجرى ماء صالح - عربي
 ملحة: مجرى ماء مالح - عربي
 ميدان: ساحة، سهل - عربي، فارسي، تركي

نامگزار: مجرى ماء مالح، بحيرة مالحة - فا
نصب، نصبة، نصيب: تل، جبل - عربي
نفوذ: منطقة رمال، تلال رملية، صحراء،
رملية - عربي
نقب: ممر بين الجبال - عربي
نمجازيره: شبه جزيرة - فارسي
نمك: مالح، ملح - فارسي
نُهَير: مجرى ماء - تركي

هالیس: خلیج - ترکی
هور: بحیرة مالحة، مصب نہری منخفض -
ہویوک: جبل، تلة - عربی
ہیزار: حصن - ترکی - فارسی

يايلا، يايلاسي: هضبة - تركي
يريمادا: شبه جزيرة - تركي
يسيل: أخضر - تركي
يوكاري: عالي، الأعلى - تركي
يول: طريق - تركي

ساري: اصفر - تركي
 سازليك: مستنقع - تركي
 سبخه، سبجه، سبكره: بحيرة مالحة، مستنقع مالح
 - عربي
 سرد: بارد - فارسي
 سوير: صحراء حصباء - عربي
 سوكور: منخفض - تركي
 سيفتليك: مزرعة - تركي
 سيل: وادي، مجرى مياه، ممر - عربي
 سينوب، سينوب: جنوبي، جنوب - تركي
 سيهير: مدينة، بلدة - تركي

شاعب: منخفض - عربي
شاه: بئر، نبع - فارسي
شر: وادي - عربي
شرم: میناء، وادي، خليج - عربي
شط: نهر، مجرى ماء، بحيرة مالحة - عربي
شعب: حشفة، وادي، بحيرة، بحر قليل العمق،
عربي
شق: وادي - عربي
شور: نهر مالح - فارسي

صفرة: صحراء - عربي
صيح: وادي - عربي
ضهرة، ضهرات: جبل، تلة، تلال - عربي

طاسيلي: هضبة - بربر
طاميلات: من الطُّمْل أي الماء الكدر، أو من الطمِيل
ماء الحمأة، وهنا تعني بركة من مياه الأمطار، بئر -

طرف: ثلة، حفة - عربي
طوال: ثلة - عربي
طور: ثلة - عربي
طويل: ثلة - عربي

ظهر، ظهرة، ظهرات: تلة، هضبة، جبل - عربي

عَدَا: بَثَر - عربي
عُوف: نَالَة، جَبَل، حَشْفَة - عربي
عُوق: كَثِيب - عربي
عُوق: كَثِيب رَمَلِيَة - عربي
عُورُوق: كَثِيب - عربي
عُزْب: مَزَارِع - عربي
عُزْبَة: مَزْرَعَة - عربي
عُظْمُور: هَضْبَة رَمَلِيَة - عربي
عُقْبَة، عُقْبَات: مَرَم، طَرِيق صَعْب فِي أَعْلَى الْجَبَل - عربي

عقلاّت، اوقلاّت: بئر، عين - عربي
علم، علامات: جبل، تل، تلة صخرية - عربي
علم، علامات: جبل، تلة، ركام أحجار - عربي
عوينات: بئر - عربي
عين: بئر - عربي

غبة، غبات: خليج صغير - عربي
غرافة، غرافات: بحيرة - عربي
غروود: تلال رملية، كثبان - عربي
غور: ارض منخفضة
غورد: كثيب، تل رمال - عربي

فاسح: کبیر، عریض - عربی
فاید: وادی - عربی

چاره، چاره: تله - عربي
جبر: بثر - عربي
جراوه: وادي، منحدر - بربر
چرب: العرب - تركي
چربي: غربي - تركي
جزاير: جزر - عربي
جزور: جزر - عربي
چوددار: ممر - فارسي
چولك: آزرق - تركي
چول: بحيرة صغيرة - تركي
چول: بحيرة - تركي
چونيه: جنوب - تركي
چيسيت: ممر، جبل - تركي

حارة، حارات: ارض صحراوية مشققة بسبب
براكين قديمة - عربي
حاسي: بئر - عربي
خافير: بئر، خزان - عربي
خاووز: بركة - تركي
حد: حشفة - عربي
جدبة، حدبات، حضبة، حضبات: جبل، تلة،
هضبة، عربي
حزم: تلة، حشفة - عربي
حمادة: هضبة صخرية - عربي
حمام: نبع، مياه معدنية ساخنة - عربي
حيرات: بحيرة، بحيرة الى جانب الشاطئ - عربي

مخب: ثلة، كتابان، سهل، مُنَحَفَضٌ - عربي
 مخبرة: خبرات، بئر، بركة من مياه الامطار - عربي
 مخرو: وادي - عربي
 مخربة، مخربات: أطلال - عربي
 مخرم: ثلة - عربي
 مخشك: صغير - فارسي
 مخشم: جبل، ثلة، قمة - عربي
 مخور: خليج صغير، عربي، فارسي

داچ: داچلار: جبل، جبال - ترکی
 دایا: منخفض صحراوي صغیر - عربي
 دارياسة: بحيرة - فارسي
 داست: سهل، صحراء - فارسي
 داغ: جبل - ترکی
 دایا: منخفض صحراوي صغیر - عربي
 دجبل: جبل: تلة، هضبة، مرتفع - عربي
 دوحة: دوحات: خليج صغیر - عربي
 ده: بلدة - فارسي
 دهل: مستنقع - عربي
 دوچو: جنوبي - ترکی
 دوحه، دوحات: خليج صغیر - عربي
 دیر: وادي - ترکی

واحد: مستنقع، بحيرة - عربي
 رچ: کٹیپ - عربي
 رجل: وادي - عربي
 رجم: تلة - عربي
 رجوم: تلة - عربي
 رملة، رملات: کٹیپ، تلال رمليه - عربي
 رميل: کٹیپ - عربي
 رؤوس: تلة، تلة مستطيلة على شفير شير - عربي
 رياح: قنات - عربي

زرد: اصف، ذهبی - فارسی

سات: هضبة، تلة - عربي

آب: عین، بھر، بحیرہ، میاء، ترکی
 ابات: بلدہ - ترکی
 اباد: مدینہ - فارسی، داری، بوشتون، اوردو،
 ہندی

ابرق: تلة - عربي
 اچويلت: بئر - بربر (الصحراء الغربية)
 اقرار: جبل، تلة - بربر
 ادهان: كتيب - بربر
 اديان: كتيب، كتيبان في الصحراء - بربر
 ارج: صحراء رملية، كتيبان رملية - عربي
 اساجي: منخفض - تركي
 اسكي: قديم - تركي
 أصيف: نهر - بربر

ام: عین - عربي
 انو: بئر - بربر
 اھلي: جبل - بربر
 اھي: جبل - بربر
 اوياد: بلدة - تركي
 اوچويلت: بئر - بربر
 اوچيلت: بئر - بربر
 اورتا: الاوسط - تركي
 اوستان: مرکز اداري - فارسي
 اوقا: سهل، ممر مائي - تركي
 اويده: وادي - عربي
 اويدي: وادي، مجرى نھر يابس - عربي مالي
 ايرماك: مجرى ماء - تركي
 اينيدي: وادي - بربر
 اينيري: وادي - بربر

باب: مريض، مريض، مريض - عربي
 باثا: سهل - عربي
 باتي: غربي - تركي
 باطن، بطن: منخفض - عربي
 بالا: عالي، الأعلى - فارسي
 باير: تلة - تركي
 بحري: شمالي - عربي
 برج، برودج: قلعة - عربي
 برزاش، برزاه: برزخ، ارض مستطيلة ضيقة، تصل
 بين قطعتي ارض شاسعتين، عربي، تركي
 بوق: تلة، حشفة - عربي

برك: بحيرة - عربي
 بل: ممر جبلي - تركي
 بندر: مرفأ، خليج، فارسي - عربي
 بو: آب - عربي
 پور: مرفأ - عربي
 بورون: رأس - تركي
 بوژ: رأس - عربي
 بوژورج: كبير، عريض - فارسي
 بويوك: كبير، عريض - تركي
 ياز: أبيض - تركي
 ييضا: سهب، فيفاء - عربي
 ييعار: ييار - عربي

تأخذه: مضيق، قناة - فارسي
 ترعة، ترعات: قناة للري - عربي
 تلماس: بئر - عربي
 تلمك: ملح، مالح - فارسي
 قُد: بئر - عربي
 قُميد: بئر - عربي
 تنيز: هضبة رمالية - بربر
 تيب: جبل - تركي
 چاردانه: ممر - فارسي